شبابنا

موسوعة لاروس


علم الفيزياء


الذرّات

الطاقة والمادّة


علم الكيمياء

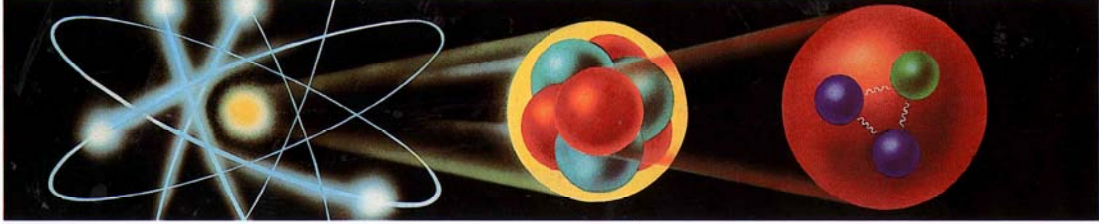
للمزيد من الحصريات زورونا على مدونة الكتب الحصرية
http://koutoub-hasria.blogspot.com/
https://www.facebook.com/koutoubhasria

مدونة الكتب الحصرية https://www.facebook.com/koutoubhasria http://koutoub-hasria.blogspot.com/

عويدات

شبابنا

موسوعة لاروس



الطاقة والمادّة

ترجمة

د. جورج قاضي



عويدات للنشر والطباعة

بيروت - لبنان

ص.ب. 628 - تلفاكس 00961 1 305961 - تلفون 00961 3 616033 - E.mail: oueidat_editions@hotmail.com

اكتشفوا موسوعة
الطاقة والمادّة

علم الفيزياء هو علم الطاقة والمادّة، يستكشفهما حتى درجة متناهية في الصغر. أما علم الكيمياء فيدرس تركيب كل أنواع المادّة وتحوّلاتها وينتج موادَّ جديدة بشكل مستمر.

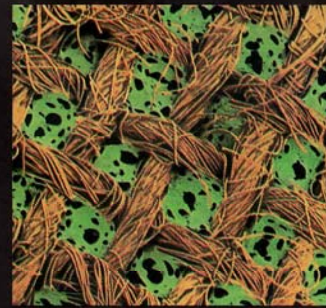
طريقة استعمال هذا الكتاب



يقسم هذا الكتاب إلى ثلاثة أجزاء، يبدأ كل جزء بمقدمة تعدّد مختلف الفصول الواردة فيه وتعطي موجزاً قصيراً عن مضمونها. وتتضمّن الصفحات المزدوجة المتسلسلة من الكتاب، صوراً متميزة تسمح باكتشاف تحليل الحركة والتعرّف على غرفة الفقاعات في كاشف الأجزاء الصغيرة، وعلى تفاعل كيماوي بارق.

تجمع الصفحات الأخيرة معلومات مدهشة إضافة إلى سير حياة علماء فيزياء وكيمياء مشهورين. ينتهي الكتاب بفهرس أبجدي يسمح بتحديد الصفحة حيث توجد المعلومة التي نفتش عنها.





يحتلّ هذا المؤلَّف مكانه في موسوعة شبابنا. تمّ طبعه بإدارة وتوجيه كلود نودين، وناتالي بايو.

بالتعاون مع مارلين غيوني للنص واختيار الصور.

مساعدة: أوليفيه كورنو وهيلين دارشن.

الخطوط والإدارة الفنية: آن بوابيه

تصميم: إمانويل شاسبول

إدارة الإيكونوغرافيا: آن - ماري مويس - جوبير

بحث ايكونوغرافي: كاثرين دومو

مستشار تقني: بيار تاليميت

الغلاف: جيرار فريتش

بمساعدة: فيرونيك لابورت.

الطبعة العربية:

إشراف: ميسر عبد العال

تنفيذ: سامو برس غروب

جميع حقوق الطبعة العربية في العالم محفوظة لـ

© دار عويدات للنشر والطباعة / بيروت - لبنان

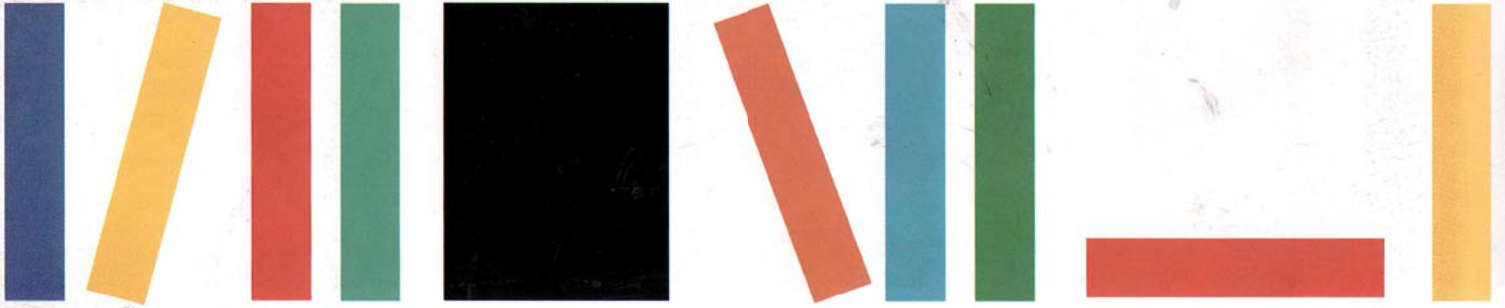
بموجب اتفاق خاص مع دار لاروس - باريس

© LAROUSSE/HER 2000

● لا يجوز نشر أي جزء أو نص من هذا الكتاب أو نقله أو اختزال مادته بأي طريقة من الطرق المتداولة فهي ملك الناشر.

ISBN 9953 - 28 - 008- 8

الطبعة 2009



شبابنا



عنوان الفصل
يُعرَض كل فصل على صفحتين متقابلتين أو أكثر.

نص المقدمة
موجود في مطلع كل فصل، وهو يلخّص الموضوع المعالج في الصفحات اللاحقة.

صورة بانورامية
يدور موضوعها حول أحد عناصر الفصل.

النصوص في الهامش
تتناول معلومات إضافية.



تنتج الحركات عن تغيرات في السرعة ناجمة عن تأثير القوى. يشكل وصف الحركات ودراسة أسبابها علم الميكانيك وهو فرع من فروع الفيزياء.

الطاقة الميكانيكية

- إحداثيات: ارقام تقيس وضعية نقطة بالنسبة الى نظام محاور.
- تسارع: تغير ايجابي او سلبي لسرعة جسم متحرك.
- جاذبية: قوة جذب يتركز تاثيرها بين كتلتي جسمين. وهي محددة بقانون الجاذبية الكوني الذي وضعه نيوتن.
- جمادية (او قصور ذاتي): مقاومة تبديها كتلة جسم إزاء كل قوة تؤثر على هذا الجسم.
- ضغط: قوة يركزها جسم جامد على ركيزته او جسم مائع (سائل او غازي) على كل جدران الوعاء الذي يحتويه.
- قوة: فعل ميكانيكي يؤثر في تغيير حالة جسم ساكن او متحرك.
- قوة جاذبة مركزية: قوة متجهة نحو مركز دوران جسم متحرك في حركة دائرية من شانها ان تبقيه على مساره.
- قوة نابذة مركزية: قوة تؤثر على جسم متحرك في حركة دائرية وهي تسعى الى ابعاد هذا الجسم عن مركز الدوران.
- كتلة: كمية المادة الموجودة في جسم ما. ان الكتلة هي ميزة فيزيائية خاصة بالجسم وغير متغيرة.

إن الكون مليء بأجسام متحركة، فالأرض تدور حول الشمس، والناس ينتقلون بسياراتهم... حتى الأشياء، التي تبدو ثابتة، ككتاب موضوع على طاولة، هي في الواقع مكوّنة من جسيمات غير مرئية تتذبذب باستمرار. وهكذا، من الأشياء المتناهية في الكبر إلى الأشياء المتناهية في الصغر، يبدو الكون في حركة دائمة، وما الجمود إلاّ الاستثناء.

تغيرات الحركة
من الممكن القول إن السيارة تسير بسرعة 120 كلم في الساعة ($Km.h^{-1}$)، أو أن سرعة القطار قد تصل إلى 350 كلم في الساعة ($Km.h^{-1}$). لكن هذه البيانات غير كافية لوصف الحركة. إن عَالِم الفيزياء الذي يريد أن يعرف بدقة تاريخ الحركة التي يدرسها ينبغي عليه في الواقع أن يقسمها إلى عدة مراحل، تكون دائماً نفسها، مهما كان الجسم المتحرك، (مثل السيارة): ينطلق الجسم من وضعية السكون (السرعة تساوي صفراً)، ثم يتلقى تسارعاً يوصله إلى سرعة قصوى، ثم يخفّف سرعته حتى يتوقف. في خلال نفس التنقل، تقوم كل سيارة إذن بحركة متغيّرة.

حالة خاصة ـ حركة مستقيمة منتظمة
حتى يفهم الفيزيائيون الحركات، فإنهم ينطلقون من حالة بسيطة هي «الحركة المستقيمة المنتظمة»: ومن الأمثلة عليها رجل يسير على قدميه متقدماً بشكل منتظم على طريق مستقيم أو طائرة تطير في خط مستقيم بسرعة الطواف. لا يتغير اتجاه الحركة وتظل السرعة ثابتة. في هذه الحالة، تكون المسافة المقطوعة تناسبية مع الزمن الذي استغرقه الجسم المتحرك لقطع هذه المسافة.

السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية
عندما تقطع سيارة مسافة 400 كيلومتر في أربع ساعات، تكون سرعتها المتوسطة مئة كيلومتر في الساعة. تمثل هذه السرعة التوازن بين



كل سباق يمر بأوقات تسارع وتبطئة.

12



قطار في حركة مستقيمة منتظمة

بالنسبة إلى أي مَعلَم تتم المراقبة؟

وضع الفيزيائي غاليله (1564 - 1642) مبدأ، وهو يعتبر أحد مؤسسي علم الميكانيك الحديث.

على متن مركب متحرك، أفلت بحار بالوناً من أعلى السارية التي كان جاثماً عليها: وشاهده يسقط وفقاً لخط عامودي متبعاً مساراً مستقيماً. ▼



بالنسبة لشخص موجود عند المنارة، فإن البالون يتقدّم في نفس الوقت مع المركب، متبعاً مساراً ذا شكل قطعي مكافئ. ▼



إن الملاحظتين مقبولتان لكن كل واحدة منهما تتعلّق بالمَعلَم (المركب أو المنارة) الذي تجري المراقبة منه.



تحليل لقفزة عالية بالعصا أجراه اتيان ـ جول ماريه (1830 - 1904) وهو أحد مخترعي السينما.

السرعة عند الانطلاق والسرعة عند الوصول، لأن السائق قد سرّع سيارته ثم كبح فراملها حتماً خلال الرحلة. في المقابل، يعطي العداد في كل لحظة السرعة اللحظية للسيارة. إذا أراد الفيزيائي أن يصف الحركة في مجملها بشكل دقيق، فعليه أن يرسم رسماً بيانياً يشير فيه إلى المكان (إحداثيات المكان) والزمان (إحداثيات الزمن) حيث أُخذت فيهما قياسات السرعة.

وإذا كان من الاعتيادي في الحياة اليومية الإشارة إلى السرعة بالكيلومتر في الساعة ($Km.h^{-1}$)، ففي علم الفيزياء، يشار إليها بالمتر في الثانية ($m.s^{-1}$) وهي وحدة تنتمي إلى نظام الوحدات الدولي (انظر صفحة 9). سوف لن نقول «سرعة 100 كلم في الساعة» إنما «سرعة 27,78 متراً في الثانية».

السرعة والتسارع
عندما يسرّع السائق سيارته أو يبطئها، فإن عالم الفيزياء، يقول بأن قوّة قد ركزت على السيارة. فإذا كان تأثير هذه القوة يسير في نفس اتجاه الحركة، يحدث عندئذ زيادة في السرعة أي تسارع؛ وإذا كان في اتجاه معاكس للحركة، يحدث عندئذ انخفاض في السرعة، أي تباطؤ أو «تسارع سلبي». يعرّف التسارع بأنه تغيير السرعة في الثانية (أي وحدة الزمن). وهو يقاس بـ ($m.s^{-2}$). إن السرعة والتسارع هما من المعطيات الأساسية الضرورية لدراسة الحركة.

الحركة النسبية والمطلقة
يبدو المسافر الجالس في القطار ثابتاً بالنسبة لشخص آخر يراقبه وهو موجود في نفس القطار، لكنه يبدو متحركاً بالنسبة لشخص يراقبه وهو موجود على الطريق. إن الانطباع الذي يتكون عن الحركة متعلق بالمكان الذي يوجد فيه الشخص الذي يراقب (يعرف هذا بالمعلم). وينبغي تحديده دائماً. ففي الواقع، إذا أُخذ القطار كمَعلم، يكون المسافر ثابتاً. وإذا أُخذت أرض الطريق كمَعلَم، يكون المسافر متحرّكاً. وأخيراً، إذا سار المسافر داخل القطار، فإن الحركتين تضافان إلى بعضهما: الحركة الخاصة بالسائق في القطار هي الحركة النسبية، وحركة القطار هي حركة الجر. أما حركة المسافر بالنسبة إلى الأرض، فهي الحركة المطلقة، أي مجموع الحركتين.

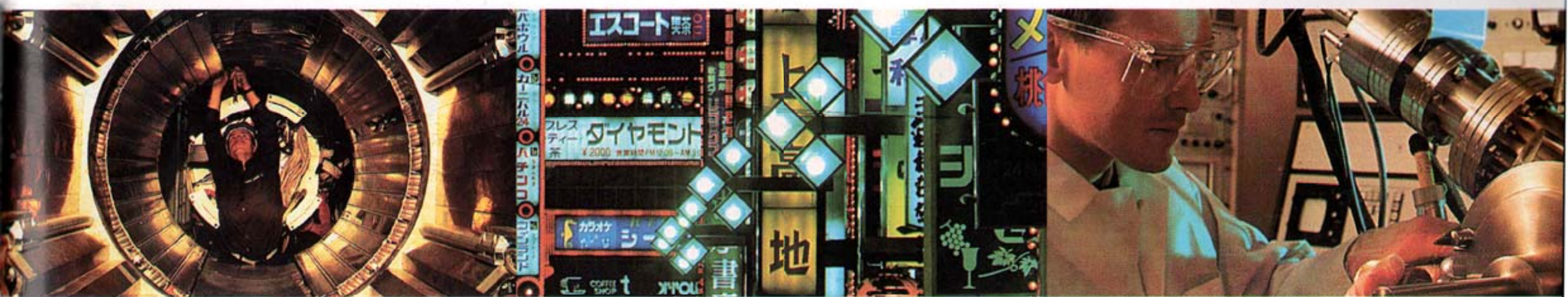
13

قاموس مصغّر
يضم تعريف كل الكلمات الصعبة، الواردة بأحرف عريضة في النص.

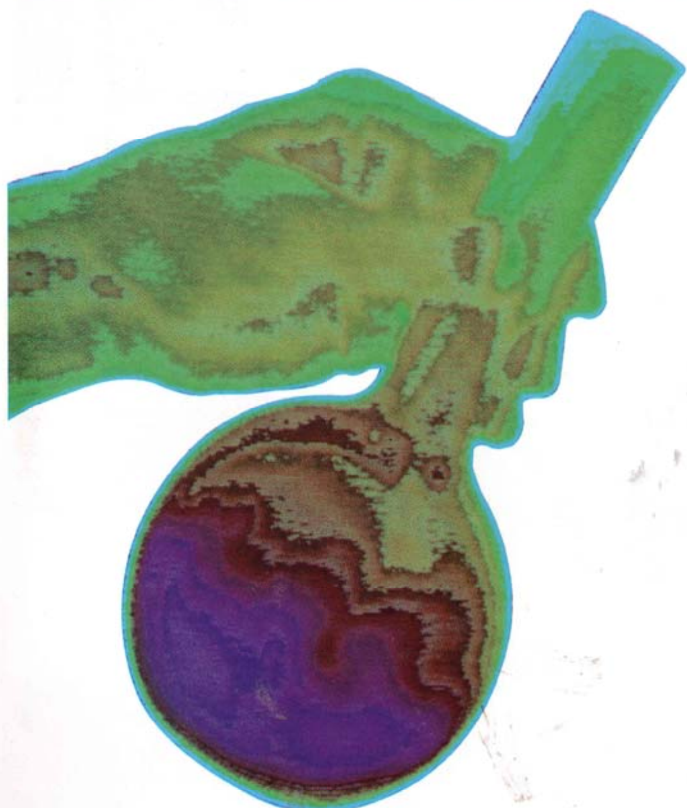
تفسير الصورة أو الرسم
يتناول شرح الصورة أو الرسم.

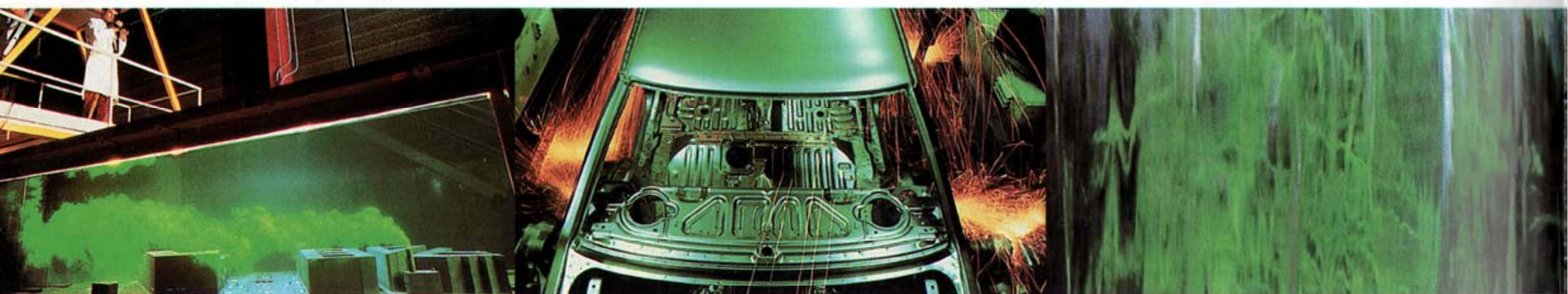
عنوان الفقرة
يشير إلى الفكرة الرئيسية في الفقرة.

الرسم
يتم تفسير بعض الظواهر المعقدة بواسطة الرسوم.



فهرس





الكتـــــاب



المادّة والمواد 54

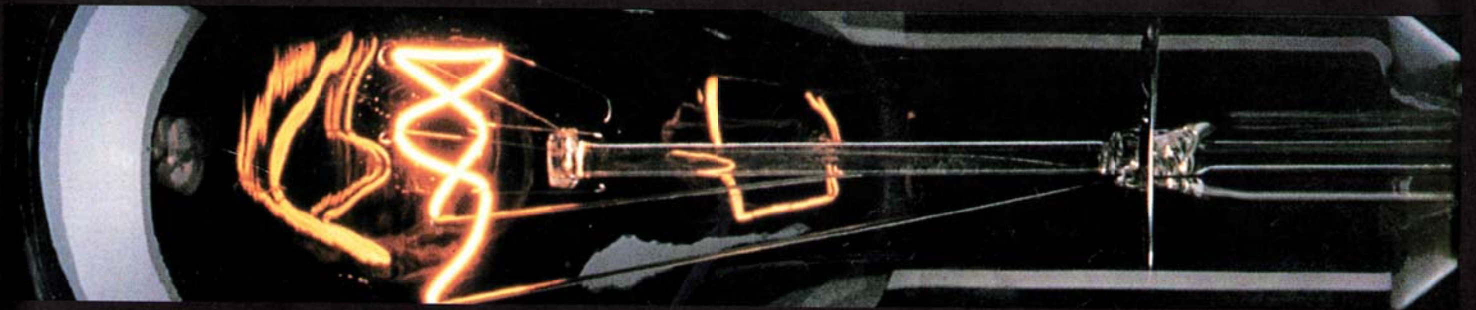
عويدات للنشر والطباعة 2002/1041








DUCK

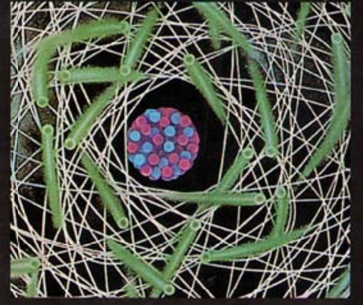




الطاقة







علم الفيزياء هو علم المادّة والطاقة والحركة. انطلاقاً من تجارب وقياسات، يثبت الفيزيائيون أن الظواهر الطبيعية تخضع لقوانين محددة.

ماهيــــة علــم الــفيــزيــاء

- جزيئة: أصغر كمية من مادة نقية، مثل الماء أو ثاني أوكسيد الكربون. تتكون الجزيئة من تجمّع ذرّات.
- خاصية: ميزة شيء ما بالإمكان ملاحظتها، وهي تميزه عن شيء آخر مثل درجة حرارته، أو قياسه أو حالته (جامد، سائل، أو غاز).
- ذرة: أصغر كمية من المادّة. تصل أبعادها إلى رتبة جزء من عشرة ملايين من المليمتر.
- طاقة: قدرة جسم أو نظام فيزيائي على القيام بشغل أو عمل. بالإمكان معاينة الطاقة تحت أشكال مختلفة.
- ظاهرة: حدث تمت ملاحظته، إما لأنه جرى بشكل طبيعي، وإما لأنه حُضّر خلال تجربة.
- قانون: بيان علاقة دائمة بين ظواهر. جرت ملاحظة هذه العلاقة وكذلك قياسها والتحقق منها بواسطة التجربة.
- مسار: خط يتبعه جسم متحرك خلال حركته.
- نظام وحدات دولي: نظام وحدات كامل ومترابط تم تبنّيه باتفاق دولي.

ماذا يحدث عندما تُذيب الحرارة قطعة من الثلج أو عندما تحوّل الحرارة الماء إلى بخار؟ لماذا يسقط جسم ما على الأرض عندما نفلته من علو معين؟ لماذا تولّد العاصفة ومضات ضوئية؟ بمحاولتهم إيجاد أجوبة على أسئلة من هذا النوع، تمكن العلماء شيئاً فشيئاً من إنشاء علم الفيزياء. لقد تطور هذا العلم كثيراً وما زال يتطور، لكن هدفه الكبير والطمُوح يبقى نفسه: دراسة **الظواهر** الطبيعية وتحديد **القوانين** التي تفسّرها.

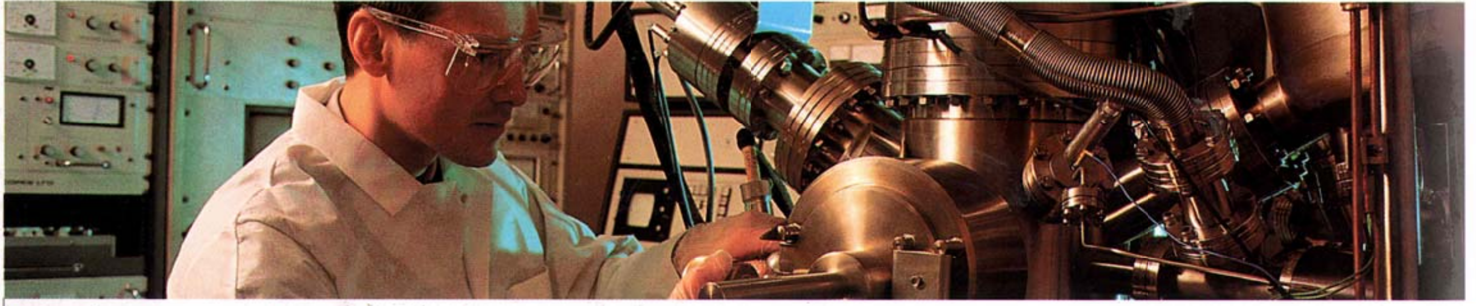
علم المادّة، الطاقة والحركة

علم الفيزياء هو علم المادّة، أي مجموعة الأشياء الجامدة (غير الحيّة)، مثل الرمل أو المعدن أو الخشب. يعالج علم الفيزياء الخصائص العامة المشتركة لهذه الأشياء مثل وزنها أو حالتها (جماد، سائل، غاز).

وهو يدرس أيضاً كيفية تطور هذه الأشياء في ظروف مختلفة، وما هي **خصائصها**. هل أنها مثلاً توصل الكهرباء؟ لكن هذا العلم لا يقف عند المظاهر



اختبار يجري بدقة على الحقل المغناطيسي.



معاينة بواسطة المجهر الألكتروني

المرئية للمادة، إنما يستكشف تركيبها الداخلي، غير المرئي، إضافة إلى الجسيمات الصغيرة التي تكوّنها (**جزيئات، ذرات،...**).
علم الفيزياء هو أيضاً علم **الطاقة**؛ أي دراسة كل ما يمكن أن يؤدي عملاً (أو شغلاً). فالإنسان بحاجة إلى طاقة لقطع مسافة مئة متر جرياً (عمل عضلي)؛ كما أن السيارة بحاجة إلى طاقة لتسير (عمل ميكانيكي). علم الفيزياء هو إذن علم الحركة.

من الملاحظة إلى التجربة

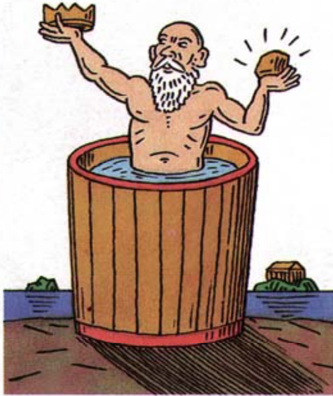
كيف يعمل الفيزيائيون؟ إنهم يبدأون بملاحظة الظواهر التي تحدث طبيعياً تحت أنظارهم.
يلاحظون مثلاً أن التفاحة تسقط من الشجرة إلى الأرض، أو أن إبرة البوصلة تتّجه دائماً في نفس الاتجاه. لكن الملاحظة وحدها لا تكفيهم. إنهم يريدون معرفة ما إذا كانت هذه الظواهر تحدث دائماً بنفس الطريقة. وكذلك يرغبون في أن يفهموا سبب ذلك، فيعمدوا إلى تكرار ملاحظاتهم ويجرون قياسات دقيقة أكثر فأكثر ويقومون بتجارب لإثبات ملاحظاتهم. وعندما يتأكّدون من أن نفس الأسباب تعطي نفس النتائج، يعمدون إلى صياغة ذلك بشكل قوانين عامّة.
واستناداً إلى هذه القوانين، يتمكّنون بعدئذٍ من توقع حدوث ظواهر أخرى.
وهكذا يصبح بإمكانهم حساب **مسار** صاروخ قبل إطلاقه، أو حساب قدرة محرك جديد.

الفيزياء علم من العلوم الرياضية

ترتكز تأكيدات الفيزيائيين على تجارب محددة بالإمكان التأكّد منها في كل وقت بواسطة تجارب جديدة: لهذا السبب يقال إن علم الفيزياء هو علم اختباري. ولكنه أيضاً علم رياضي؛ فللفيزيائيين مطلب أساسي هو إثبات صحة قياساتهم. إنهم يستخدمون أجهزة دقيقة جداً. وينبغي عليهم تسجيل نتائج اختباراتهم وحسابها باستعمالهم جميعاً نفس المراجع. لهذا السبب تم تحديد **نظام وحدات دولي** (SI). لكل وحدة اسم ومصطلح (رمز). كل قياس يتم إجراؤه خلال التجارب ينبغي تبيان مقداره ضمن هذا النظام. على سبيل المثال، يقاس الطول بالمتر (م ـ m) والزمن بالثانية (ث ـ s) والكتلة بالكيلوغرام (كلغ ـ kg) ودرجة الحرارة بالكلفن (ك ـ K)، وشدة التيار الكهربائي بالأمبير (أ ـ A).
واستناداً إلى قياساتهم المتعددة، يقوم الفيزيائيون بصياغة قوانين تفسّر لماذا يبدو الكون المحيط بنا بشكله الحالي.



يستعمل هذا الكيلوغرام من البلاتين كمرجع للتأكد من كتل أخرى.



أرخميدس، الفيزيائي الأول

وفقاً للأسطورة، تمكّن أرخميدس، الذي عاش في صقلية في القرن الثالث قبل الميلاد، خلال استحمامه، من إيجاد حل لمسألة طرحها عليه الملك، فحدد «المبدأ» الشهير الذي يحمل اليوم اسمه. (انظر صفحة 18 - 19).
أراد الملك أن يعرف ما إذا كان تاجه مصنوعاً من الذهب الصافي.
غطّس أرخميدس التاج في وعاء ماء ثم أعاد العملية مع قطعة من الذهب لها نفس الوزن. فلاحظ أن حجم السائل المُزاح في كلتا الحالتين مختلف.
استنتج عندئذ أن التاج وقطعة الذهب ليس لهما نفس الكثافة (أو الحجم) وبالتالي فإن التاج لا يتكون من الذهب الصافي. ولأنه اكتشف تجارب تثبت أفكاره، يعتبر أرخميدس اليوم أول عالم فيزيائي.

تظهر الطاقة في أشكال مختلفة، كهربائية، كيماوية، ميكانيكية... وهي تتناسب مع استعمالات عديدة. تلعب الطاقة دوراً أساسياً في مجمل الوقائع الملاحظة في علم الفيزياء.



أشكال الطاقة

- انتقال الطاقة: تحويل الطاقة من شكل إلى آخر.
- طاقة: قدرة جسم أو نظام فيزيائي على القيام بشغل أو بعمل. بالإمكان معاينة الطاقة تحت أشكال مختلفة.
- طاقة حركية: الطاقة التي تمتلكها الأجسام المتحركة.
- طاقة كامنة: طاقة احتياطية يملكها جهاز ميكانيكي في حالة سكون.
- طاقة كهربائية: طاقة تملكها الشحنات الكهربائية المتحركة ضمن نظام كهربائي.
- طاقة كيماوية: طاقة مخزَنة في الجزَيئات. تُطلق هذه الطاقة بشكل آخر خلال بعض التفاعلات الكيماوية.
- طاقة مشعة: طاقة تنقلها الموجات، وخاصة الضوء.
- عمل (أو شغل): نتيجة تحرك قوة في مواجهة مقاومة أي في مواجهة قوى أخرى.
- مبدأ: بيان قانون فيزيائي أساسي لا يمكن إثباته بواسطة التجربة، إنما بالإمكان التأكد منه في كل نتائجه.

من المستحيل القيام بأية حركة دون استعمال **الطاقة**: فإشعال الضوء أو تناول الشوكولا يعني استهلاكاً للطاقة. ونفس الشيء يقال عن التنقل بالسيارة أو جري مسافة 400 متر. تشكل الشمس مصدر كل طاقة على الأرض. وإذا كانت الطاقة موجودة في كل مكان، وهي سبب أحداث متعددة، فإن تحديدها بشكل بسيط ليس بالأمر السهل. وبشكل عام، الطاقة هي كل ما يمكن أن ينتج **عملاً أو شغلاً**.

إن الهواء يدير محركاً هوائياً: فهو إذن مصدر طاقة ميكانيكية. كما أن طحن البن بوصل المطحنة إلى مأخذ كهربائي يعني استعمال **الطاقة الكهربائية**.

بفضل الضوء، تُنبِت النباتات أوراقها وأزهارها وثمارها: الضوء هو مصدر **للطاقة المشعة**.

تدل هذه الأمثلة على أن الطاقة موجودة في أشكال مختلفة: ميكانيكية، كهربائية ومشعة...

انتقال الطاقة

إذا كان من غير الممكن تحديد الطاقة بغير مبدأ عام جداً من مبادىء الفيزياء، ففي المقابل من السهل ملاحظة **انتقال الطاقة**، أي تحويلها من شكل إلى آخر، وقياس ذلك بواسطة معدات مختبر.

فالرافعة التي تحمل ثقلاً تعطي المثل العادي عن تحويل الطاقة. لرفع الثقل، ينبغي تشغيل محرك: **فطاقة** البنزين **الكيماوية تتحول إلى طاقة** ميكانيكية (الحركة) وإلى حرارة (سخونة المحرك). كما أن الرياضي يحول الطاقة الكيماوية الموجودة في الأطعمة التي تناولها إلى طاقة ميكانيكية (عضلية) وإلى حرارة.

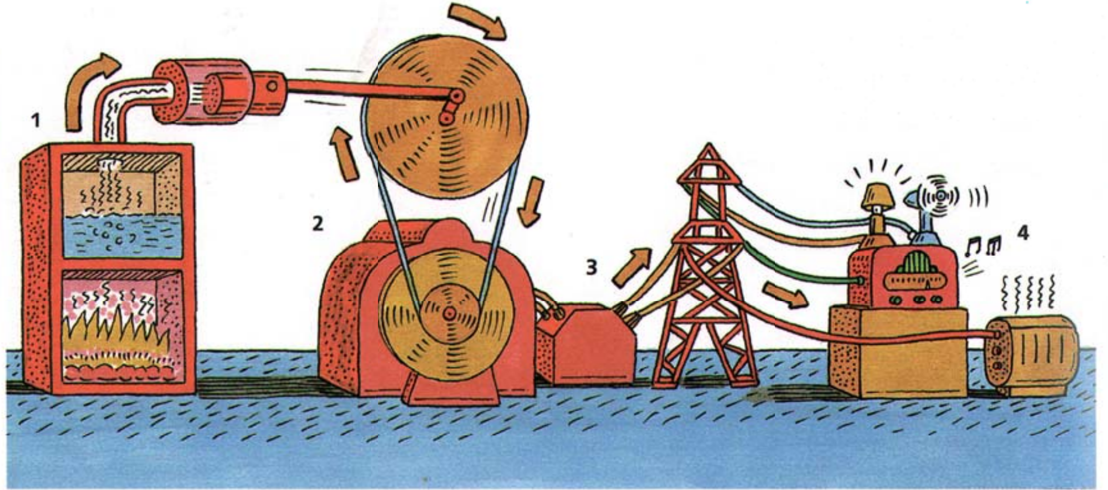
عندما ترفع الرافعة هذا الجسر المعدني، يحدث انتقال الطاقة

الطاقة الفاعلة والطاقة الكامنة

إن طاقة الأجسام المتحركة تعرف **بالطاقة المحركة**. ولكن، أين تذهب الطاقة، في مَثَل الرافعة، عند إيقاف المحرِّك، وقد تُرك الثقل في وضع مرتفع؟ إنها ما زالت



محركات هوائية تنتج طاقة كهربائية

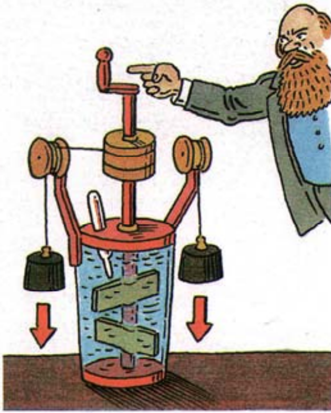


◄ انتقال الطاقة

يطلق الماء (1، طاقة حرارية) البخار الذي يدفع مكبساً (2، طاقة ميكانيكية). ويقوم هذا الأخير بتدوير دينامو ينتج كهرباء (3، طاقة كهربائية). تتحول الكهرباء بعد ذلك إلى ضوء، أو صوت، أو حركة، أو حرارة (4).

ماكينة جول ▼

لقياس انتقال الطاقة، صنع الفيزيائي جول (1818 - 1889) ماكينة غريبة.

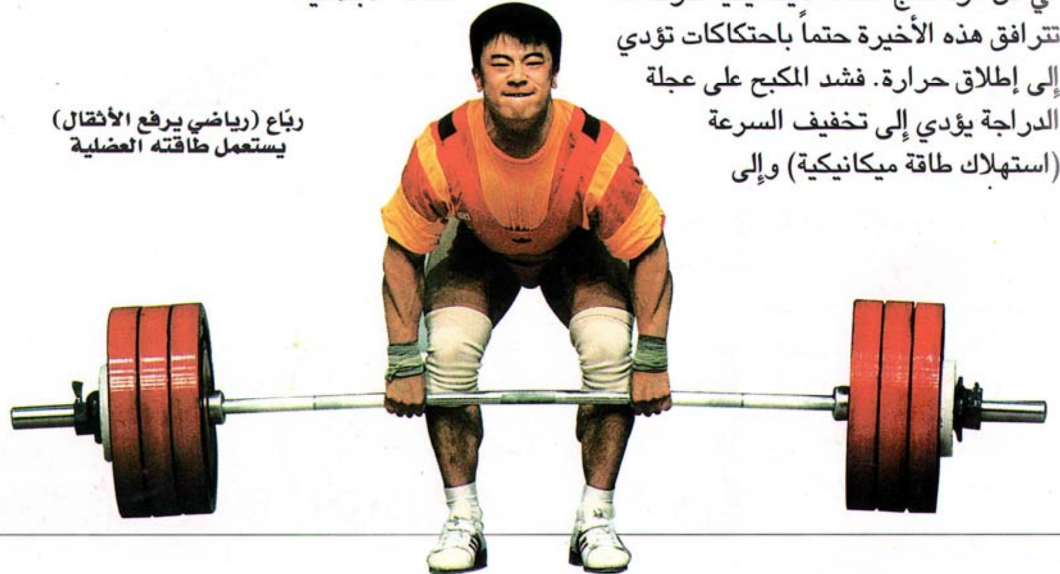


إن سقوط وزنين معلقين على بكرات يسبّب دوران لوحة داخل قِدر مليء بالماء. وبواسطة مقبض، يتم رفع الوزنين: قاس جول الشغل الناتج عن السقوط المتكرِّر للوزنين (طاقة ميكانيكية) ولاحظ أن دوران اللوحة يسخّن الماء (طاقة حرارية). أثبت جول أن هاتين الطاقتين متساويتان.

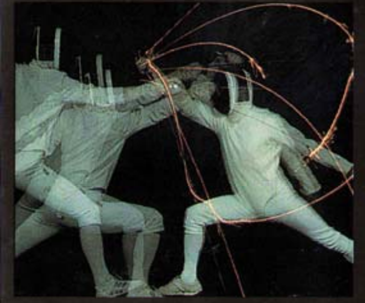
موجودة، تحلّق في الثقل المعلق، وهي حاضرة بشكل **طاقة كامنة**. إن الطاقة الكامنة هي في حالة انتظار. بإمكان حدث بسيط أن يعيدها إلى الظهور بشكل فاعل. على سبيل المثال، إذا انقطع الحبل، فإن الثقل المعلّق على الرافعة يسقط وبإمكانه تدمير سقف. يقول الفيزيائي إن الطاقة المحركة قد أُطلِقت أو إن الطاقة الكامنة قد تحوَّلت إلى طاقة فاعلة. في الواقع، إن الطاقة الكامنة والطاقة المحركة هما شكلان متشابهان لنفس الطاقة، الطاقة الميكانيكية. في كل مرة تنتج الطاقة الميكانيكية حركة ما، تترافق هذه الأخيرة حتماً باحتكاكات تؤدي إلى إطلاق حرارة. فشد المكبح على عجلة الدراجة يؤدي إلى تخفيف السرعة (استهلاك طاقة ميكانيكية) وإلى تسخين مزلج المكبح (ظهور طاقة حرارية). في هذه الحالة، لا يمكن استعمال الطاقة الحرارية للقيام بعمل، فتتبدَّد في الجو.

بقاء الطاقة

إن الطاقة تتحوَّل لكنها لا يمكن أن تُخلَقَ أو أن تباد: إنه **مبدأ** بقاء الطاقة. يحتوي الكون على كمية محددة من الطاقة تظل ثابتة. وفي خلال مختلف التحولات، تكون كمية الطاقة النهائية مساوية لكمية الطاقة الابتدائية.



ربّاع (رياضي يرفع الأثقال) يستعمل طاقته العضلية



تنتج الحركات عن تغيّرات في السرعة ناجمة عن تأثير القوى. يشكل وصف الحركات ودراسة أسبابها علم الميكانيك وهو فرع من فروع الفيزياء.

الطاقة الميكانيكية

- إحداثيات: أرقام تقيس وضعية نقطة بالنسبة إلى نظام محاور.
- تسارع: تغير إيجابي أو سلبي لسرعة جسم متحرك.
- جاذبية: قوة جذب يتركز تأثيرها بين كتلتي جسمين، وهي محددة بقانون الجاذبية الكوني الذي وضعه نيوتن.
- جمادية (أو قصور ذاتي): مقاومة تبديها كتلة جسم إزاء كل قوة تؤثر على هذا الجسم.
- ضغط: قوة يركزها جسم جامد على ركيزته أو جسم مائع (سائل أو غازي) على كل جدران الوعاء الذي يحتويه.
- قوة: فعل ميكانيكي يؤثر في تغيير حالة جسم ساكن أو متحرك.
- قوة جاذبة مركزية: قوة متجهة نحو مركز دوران جسم متحرك في حركة دائرية من شأنها أن تبقيه على مساره.
- قوة نابذة مركزية: قوة تؤثر على جسم متحرك في حركة دائرية وهي تسعى إلى إبعاد هذا الجسم عن مركز الدوران.
- كتلة: كمية المادّة الموجودة في جسم ما. إن الكتلة هي ميزة فيزيائية خاصة بالجسم وغير متغيرة.

إن الكون مليء بأجسام متحركة، فالأرض تدور حول الشمس، والناس ينتقلون بسياراتهم... حتى الأشياء التي تبدو ثابتة، ككتاب موضوع على طاولة، هي في الواقع مكوّنة من جسيمات غير مرئية تتذبذب باستمرار. وهكذا، من الأشياء المتناهية في الكبر إلى الأشياء المتناهية في الصغر، يبدو الكون في حركة دائمة، وما الجمود إلاّ الاستثناء.

تغيرات الحركة

من الممكن القول إن السيارة تسير بسرعة 120 كلم في الساعة ($Km.h^{-1}$)، أو أن سرعة القطار قد تصل إلى 350 كلم في الساعة ($Km.h^{-1}$). لكن هذه البيانات غير كافية لوصف الحركة. إن عَالِم الفيزياء الذي يريد أن يعرف بدقة تاريخ الحركة التي يدرسها ينبغي عليه في الواقع أن يقسمها إلى عدة مراحل، تكون دائماً نفسها، مهما كان الجسم المتحرك، (مثل السيارة): ينطلق الجسم من وضعية السكون (السرعة تساوي صفراً)، ثم يتلقى **تسارعاً** يوصله إلى سرعة قصوى، ثم يخفّف سرعته حتى يتوقف. في خلال نفس التنقل، تقوم كل سيارة إذن بحركة متغيّرة.

حالة خاصة - حركة مستقيمة منتظمة

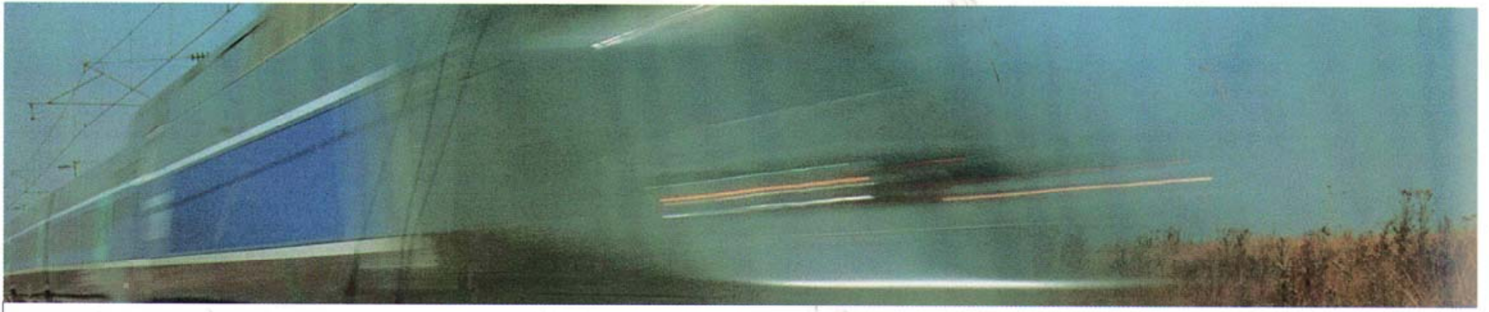
حتى يفهم الفيزيائيون الحركات، فإنهم ينطلقون من حالة بسيطة هي «الحركة المستقيمة المنتظمة»: ومن الأمثلة عليها رجل يسير على قدميه متقدماً بشكل منتظم على طريق مستقيم أو طائرة تطير في خط مستقيم بسرعة الطواف. لا يتغير اتجاه الحركة وتظل السرعة ثابتة. في هذه الحالة، تكون المسافة المقطوعة تناسبية مع الزمن الذي استغرقه الجسم المتحرك لقطع هذه المسافة.

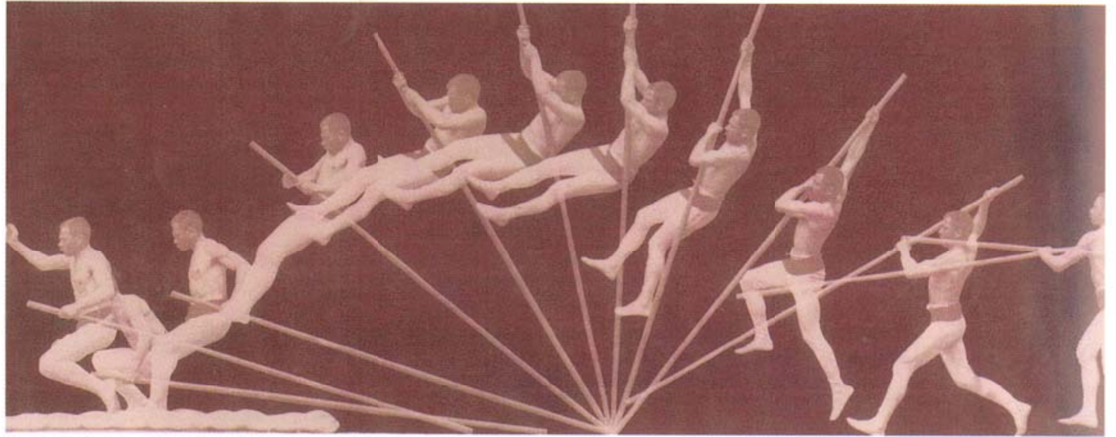
السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية

عندما تقطع سيارة مسافة 400 كيلومتر في أربع ساعات، تكون سرعتها المتوسطة مئة كيلومتر في الساعة. تمثل هذه السرعة التوازن بين



كل سباق يمر بأوقات تسارع وتبطئة.


قطار في حركة مستقيمة منتظمة


تحليل لقفزة عالية بالعصا أجراه اتيان ـ جول ماريه (1830 - 1904) وهو أحد مخترعي السينما.

السرعة عند الانطلاق والسرعة عند الوصول، لأن السائق قد سرّع سيارته ثم كبح فراملها حتماً خلال الرحلة. في المقابل، يعطي العداد في كل لحظة السرعة اللحظية للسيارة. إذا أراد الفيزيائي أن يصف الحركة في مجملها بشكل دقيق، فعليه أن يرسم رسماً بيانياً يشير فيه إلى المكان (**إحداثيات** المكان) والزمان (إحداثيات الزمن) حيث أخذت فيهما قياسات السرعة.

وإذا كان من الاعتيادي في الحياة اليومية الإشارة إلى السرعة بالكيلومتر في الساعة ($Km.h^{-1}$)، ففي علم الفيزياء يشار إليها بالمتر في الثانية ($m.s^{-1}$) وهي وحدة تنتمي إلى نظام الوحدات الدولي (انظر صفحة 9). سوف لن نقول «سرعة 100 كلم في الساعة» إنما «سرعة 27,78 متراً في الثانية».

السرعة والتسارع

عندما يسرِّع السائق سيارته أو يبطئها، فإن عالم الفيزياء يقول بأن قوّة قد ركزت على السيارة. فإذا كان تأثير هذه القوة يسير في نفس اتجاه الحركة، يحدث عندئذ زيادة في السرعة أي تسارع؛ وإذا كان في اتجاه معاكس للحركة، يحدث عندئذٍ انخفاض في السرعة، أي تباطؤ أو «تسارع سلبي». يعرّف التسارع بأنه تغيير السرعة في الثانية (أي وحدة الزمن). وهو يقاس بـ ($m.s^{-2}$). إن السرعة والتسارع هما من المعطيات الأساسية الضرورية لدراسة الحركة.

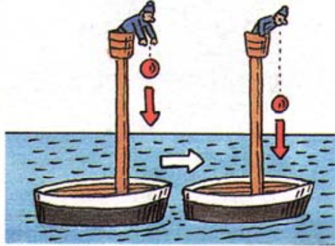
الحركة النسبية والمطلقة

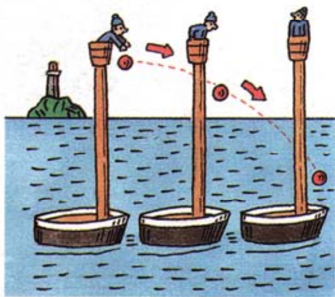
يبدو المسافر الجالس في القطار ثابتاً بالنسبة لشخص آخر يراقبه وهو موجود في نفس القطار. لكنه يبدو متحركاً بالنسبة لشخص يراقبه وهو موجود على الطريق. إن الانطباع الذي يتكون عن الحركة متعلق بالمكان الذي يوجد فيه الشخص الذي يراقب (يعرف هذا بالمعلَم). وينبغي تحديده دائماً. ففي الواقع، إذا أُخِذ القطار كمَعلَم، يكون المسافر ثابتاً. وإذا أُخِذَت أرض الطريق كمَعلَم، يكون المسافر متحرِّكاً. وأخيراً، إذا سار المسافر داخل القطار، فإن الحركتين تضافان إلى بعضهما: الحركة الخاصة بالسائق في القطار هي الحركة النسبية، وحركة القطار هي حركة الجر. أما حركة المسافر بالنسبة إلى الأرض، فهي الحركة المطلقة، أي مجموع الحركتين.

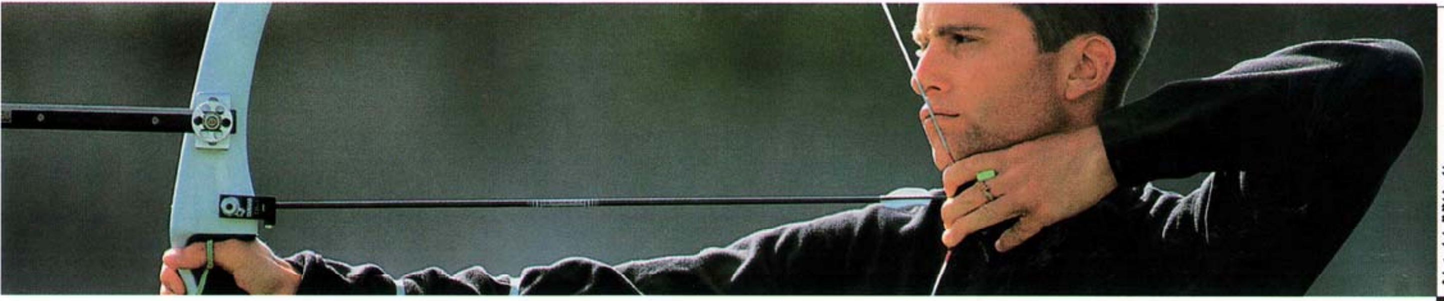
بالنسبة إلى أي مَعلَم تتم المراقبة؟

وُضِع مبدأ من قبل الفيزيائي غاليله (1564 - 1642)، وهو يعتبر أحد مؤسسي علم الميكانيك الحديث.

على متن مركب متحرك، أفلت بحار بالوناً من أعلى السارية التي كان جاثماً عليها: وشاهده يسقط وفقاً لخط عامودي متبعاً مساراً مستقيماً. ▼


بالنسبة لشخص موجود عند المنارة، فإن البالون يتقدّم في نفس الوقت مع المركب، متبعاً مساراً ذا شكل قطعي مكافئ. ▼


إن الملاحظتين مقبولتان لكن كل واحدة منهما تتعلّق بالمَعلَم (المركب أو المنارة) الذي تجري المراقبة منه.

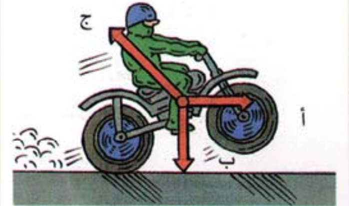


يقاوم شد الوتر القوة التي يمارسها الرامي على القوس

تأثير القوى

إقلاع الدراجة النارية وفرملتها

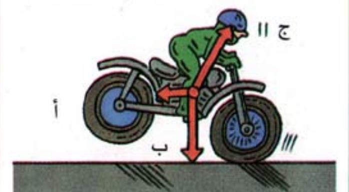
عند الإقلاع، يثب سائق الدراجة النارية ودراجته إلى الأمام تحت تأثير قوتين: تسارع المحرك (أ) ووزن السائق ودراجته النارية مجتمعَين (ب). إن رد الفعل على هاتين القوتين يحني السائق إلى الخلف. ▼

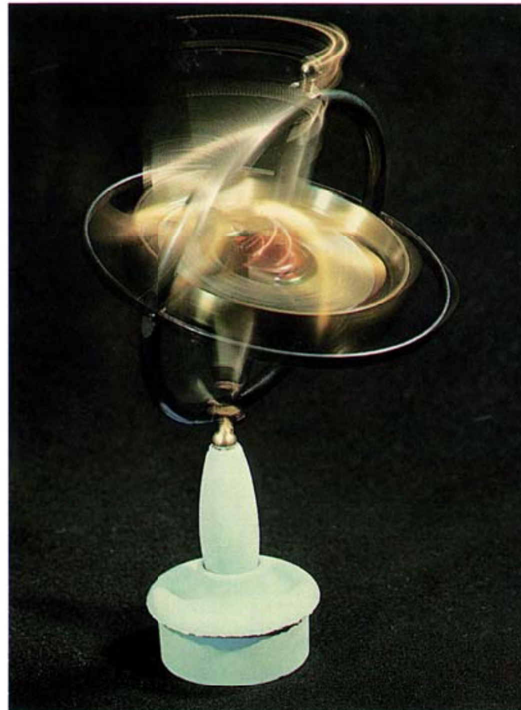


عندما تنطلق الدراجة النارية بسرعة ثابتة، لا يمكن الشعور بأية قوة. ▼



تركّز الفرملة قوة معاكسة لسرعة الدراجة النارية. (أ) يندمج هذا التأثير مع وزن السائق والدراجة مجتمعَين (ب) ويسبب ارتكاساً (أو رد فعل) (ج): لذلك يميل السائق إلى الأمام. ▼





يدور المدوار حول محوره أياً كانت القوى الخارجية.

كل الحركات تسبِّبها **القوى**. تُخلق القوى الحركة، وذلك بتغيير سرعة الأجسام. لقد صاغ عالم الفيزياء البريطاني إسحق نيوتن (1642 – 1727) ثلاثة قوانين لتفسير مجمل الحركات الممكنة. ما زالت هذه القوانين تشكّل قواعد علم الميكانيك التقليدي.

ما هي القوّة؟

على الرصيف الأفقي لمحطة القطارات، توجد عربة محمّلة بالأمتعة. بغية إطلاق هذه العربة، ينبغي دفعها، ومتابعة ذلك لتسريع حركتها. لكن عندما يتوقف الدفع، فإن العربة تتباطأ ثم تتوقف. يعتبر عالم الفيزياء أن قوّة معينة قد تركزت على العربة لجعلها تنتقل من حالة السكون إلى حالة الحركة. وبغية زيادة سرعتها (**التسارع**)، وجب تسليط قوّة أخرى (في المثل الحالي، القوة العضلية). لكن عندما تتوقف العربة، يؤثّر الاحتكاك مع الأرض كقوّة معاكسة: تتباطأ العربة (تسارع سلبي). يسمح هذا المثل البسيط بتفسير ماهية القوّة: القوّة هي الفعل الذي يعطي الأجسام تسارعاً (إيجابياً أو سلبياً). يمكن تحديدها كما يلي: القوّة هي كل فعل ميكانيكي يؤثّر في تغيير حالة السكون أو حالة الحركة لجسم ما. في نظام الوحدات الدولي وحدة القوّة هي نيوتن (اصطلاح: ن ـ N). إنها القوّة التي تعطي لكتلة 1 كلغ تسارعاً يبلغ 1 م. ث $^{-2}$ ($m.s^{-2}$).

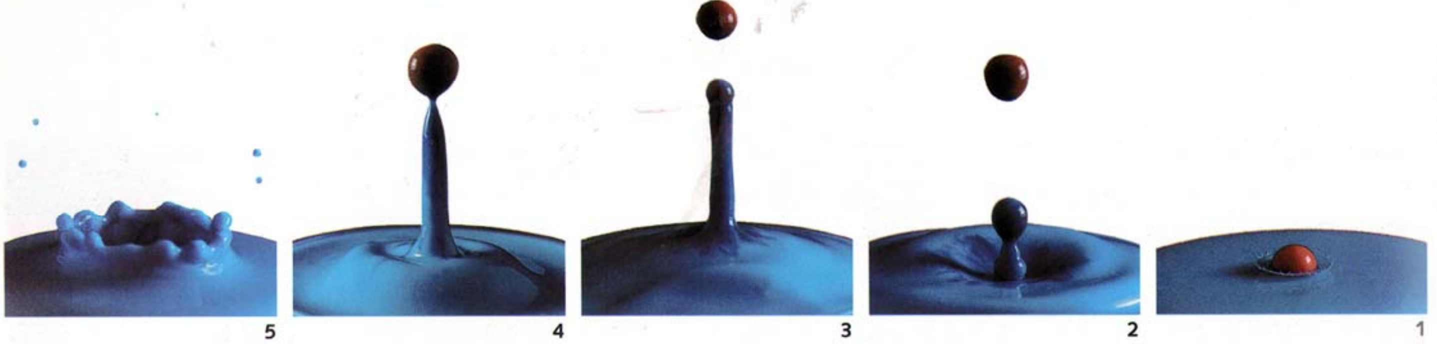
القصور الذاتي: قانون نيوتن الأول

عندما لا يتعرَّض جسم ما لأية قوّة، فإما أن يكون في حالة السكون (ويبقى فيها إلى ما لا نهاية) وإما أن يكون متحركاً بسرعة ثابتة وفي نفس الاتجاه (وهذا ما يُعرف بالحركة المستقيمة المنتظمة). ففي الواقع، لا توجد أية قوّة من شأنها تبطئة هذا الجسم أو زيادة سرعته أو تغيير اتجاه حركته. هذا هو القانون الأول الذي وضعه نيوتن، وهو يعرف بقانون **القصور الذاتي**.

إن الغازات الساخنة التي تقذفها الاسطوانات (قوة فاعلة) تدفع المكوك نحو الفضاء (قوة ارتكاسية).



تدفع القوة النابذة المركزية السلات المعلّقة نحو الخارج



قوّة وتسارع: قانون نيوتن الثاني

يقيم قانون نيوتن الثاني علاقة بين القوى المؤثرة على جسم ما (أي على **كتلته**) وبين التسارع الذي يتعرض له: إذا أخذنا جسماً له كتلة M، وواقع تحت تأثير قوّة F، فإنّه يأخذ تسارعاً γ، له نفس اتجاه هذه القوة. يمكن صياغة هذه العلاقة بالمعادلة التالية:

$$F = m.\gamma$$

فعل وردّة فعل: قانون نيوتن الثالث

عندما يحمل شخص حقيبة، فإن وزنها يشد بذراعه نحو الأرض. تقوم العضلات بردّ فعل معاكس لتسحب الحقيبة نحو الأعلى. تركّز الحقيبة على الذراع فعلاً وعلى العكس يركز الذراع على الحقيبة رد فعل. كذلك الأمر بالنسبة لإقلاع صاروخ. فالغازات المنبعثة (فعل) تدفع الصاروخ إلى الأعلى (رد فعل). لا يمكن فصل الفعل ورد الفعل. إنهما قوتان تؤثّران على الجسم ولكن في اتجاهات معاكسة. لقد صاغ نيوتن هذا المبدأ على الشكل التالي:



إذا ركّز جسم (A) قوة (فعل) على جسم (B)، يقوم الجسم (B)، في المقابل، بتركيز قوّة مقابلة طردياً (رد فعل) على الجسم (A).

القوّة الجاذبة المركزية والقوّة النابذة المركزية

خلال حركات الدوران، تظهر قوتان: **القوة الجاذبة المركزية والقوّة النابذة المركزية.**

لنتخيّل قاذف كرة معدنية في ملعب. إنه يقوم ببرم كرته (التي هي عبارة عن كرة معدنية تزن 7,27 كلغ) في حركة دائرية سريعة. لهذا ينبغي عليه أن يشد بقوة كبيرة على الحبل المعدني الذي يحمل الكرة. تعرف القوّة التي يركزها الرياضي بالقوة الجاذبة المركزية. يمكن تعريفها «بالقوّة المتجهة نحو مركز الدوران والتي تبقي الجسم المتحرّك على مسار دائري، في حركة منتظمة».

وعندما يفلت قاذف الكرة الحبل المعدني، فإن القوّة الجاذبة المركزية تُلغى، وتنطلق الكرة المعدنية في اتجاه مستقيم. وفقاً لقانون الفعل ورد الفعل، وفي الوقت الذي يشدّ فيه قاذف الكرة على الحبل المعدني باتجاه الداخل، فإن الكرة تشد نحو الخارج في قوّة معاكسة للقوّة الجاذبة المركزية: إنها القوّة النابذة المركزية. يمكن تعريفها «بالقوة المقابلة طردياً للقوّة الجاذبة المركزية، والتي تؤثر على العناصر التي تبقي الجسم على مساره الدائري».

▲ سقوط نقطة الماء

1. تسقط النقطة على سطح الماء الساكن كالمرآة. تتشكل فوهة تمتص النقطة.
2. تثب النقطة من جديد ويتبعها مخروط صغير من الماء الأزرق بذات الحجم. أطلق هذا الفعل ردة فعل.
3. ترتفع النقطة مع المخروط.
4. تسقط النقطة من جديد وتنضم إلى المخروط.
5. تسقط النقطة والمخروط مجدداً.

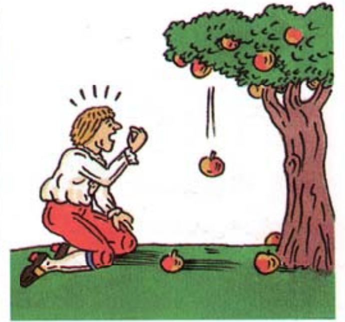
▼ قاذف الكرة المعدنية

إن الحبل المعدني الذي يمسكه قاذف الكرة المعدنية يظل مشدوداً بفضل فعل القوى النابذة والانجذابية، وردة فعلها.



تفسر الجاذبية سقوط المظليين

الجـاذبيـــة



تفاحة نيوتن

تنتمي قصة نيوتن مع التفاحة إلى أسطورة العلوم أكثر من انتمائها إلى الحقيقة التاريخية. لكنها ثابتة ومفيدة. فبعد ظهر أحد أيام الخريف من العام 1666، كان الفيزيائي البريطاني إسحق نيوتن يتناول الشاي في حديقته قرب لندن عندما رأى تفاحة تسقط من شجرة. فتساءل في نفسه: إذا كانت التفاحة تسقط، فلماذا لا يسقط القمر؟ أغرق هذا التساؤل العالم الشهير في تأملات عميقة. واستنتج أخيراً: «أن القمر كالتفاحة يسقط باتجاه الأرض». وهذا بالضبط ما يفسر المسار الدائري الذي يتبعه القمر. يخضع القمر والتفاحة إلى نفس القانون الذي أعطاه نيوتن تعبيراً نهائياً هو «قانون الجاذبية الكونية». وما سقوط التفاحة إلاّ حالة خاصة لقوّة تؤثّر بين أي جسمين.

الجاذبية هي قوّة كونية. إنها تفسّر مسار الكواكب حول الشمس وكذلك سقوط الأجسام. لقد أوضحها عالم الفيزياء البريطاني إسحق نيوتن (1642 – 1727). أثبت نيوتن، كفلكي وعالم رياضيات، أن نفس القانون يصف حركة الكواكب في السماء، وكذلك حركة الأجسام الأرضية.

الجاذبية الكونية

في العصور القديمة، ظن الفيلسوف اليوناني أرسطو (384 – 322 قبل الميلاد) أن الأجسام الثقيلة تسقط بسرعة أكبر من الأجسام الخفيفة. وظل هذا الاعتقاد سائداً حتى القرن السادس عشر، عندما درس الفيزيائي وعالم الفلك الإيطالي غاليله (1564 – 1642) سقوط الأجسام وحركة الكواكب. لكن نيوتن هو الذي قلب أفكار عصره بشكل فعلي. لقد تصور أن الانجذاب الذي تسلطه الأرض على الأجسام التي تسقط يمكن أن يؤثّر كذلك عن بُعد. لقد طرح السؤال التالي: ماذا يحدث لو أن جسمين كونيين تواجدا في مقابل بعضهما؟ استنتج أنهما يتجاذبان بشكل متبادل وفقاً «لقانون الجاذبية الكونية»، الذي صاغه كما يلي: «إن جسمين عاديين يتجاذبان فيما بينهما بقوة متناسبة طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما ومتناسبة عكسياً مع مربع المسافة التي تفصل بين مركزيهما». إذا أفلتنا حجراً من ارتفاع معين، فإنه ينجذب باتجاه كتلة الأرض: إنه سقوط حر. في المقابل، تنجذب الأرض نحو الحجر، لكن بما أن كتلة هذا الأخير صغيرة جداً، فإن الانجذاب لا أهمية له. إن فكرة نيوتن الهامة تقضي باعتبار الجاذبية الأرضية، التي تعرف أيضاً بالجاذبية، كحالة خاصة من حالات الجاذبية الكونية.

إن وزن جسم ما هو القوّة (الجاذبية) التي تسلّطها الأرض عن بُعد على هذا الجسم.

ما هي الكتلة؟

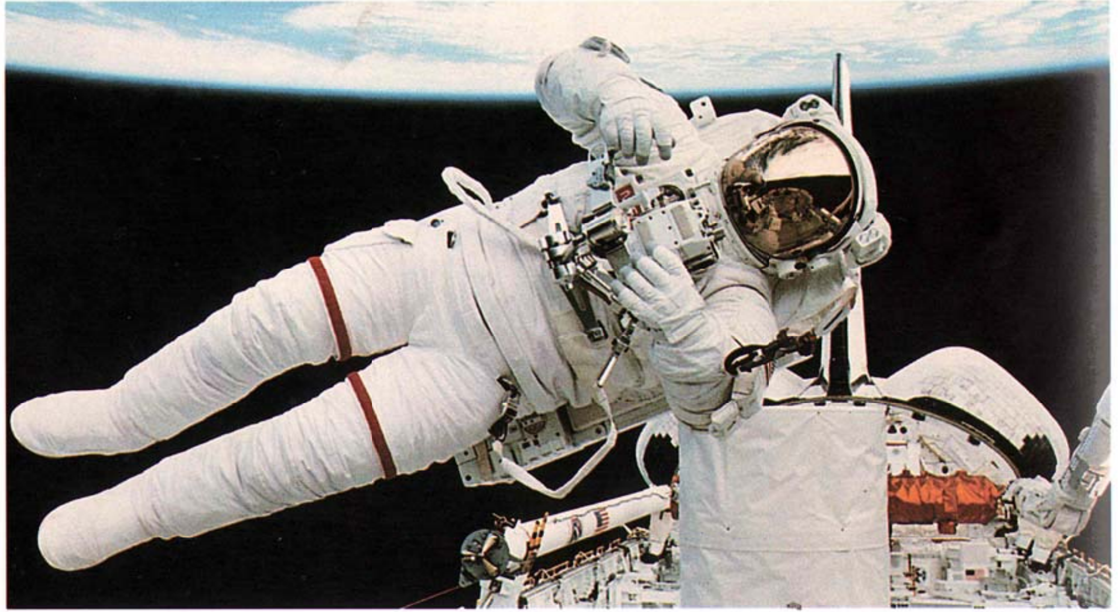
الكتلة هي المقدار الذي يمثّل كمية المادّة في جسم معين. في الحياة العادية، غالباً ما تستخدم كلمة «وزن» بدلاً من «كتلة».

فللجسم دائماً نفس الكتلة. يمكن فهم ذلك باختبار بسيط. عند إطلاق عربة في احتفال جماهيري يقوم اللاعب بإعطاء دفعة قوية للعربة كي تتمكن من الصعود إلى أعلى نقطة ممكنة على سكة حديديّة أفقية. إنه يشعر بمقاومة تكون أشد كلما أراد تسريع الحركة المبتغاة. يصف عالم الفيزياء ذلك بقوله إن

خلال السقوط السائب، ينجذب القط نحو الأرض بفعل الجاذبية الأرضية.



تفسر الجاذبية حركة الكواكب حول الشمس



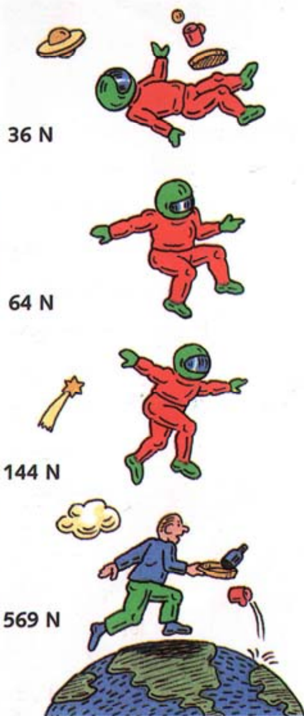
في المدار حول الأرض، يبدو وزن جسم الملاح الفضائي وكأنه قد انعدم.

وزن رائد الفضاء

كلما ابتعد رائد الفضاء عن الأرض، كلما خفّ وزنه في حين أن كتلته تظل ثابتة.

فإذا كانت كتلته تساوي 58 كلغ:

- يزن رائد الفضاء على الأرض (أي على مسافة 400 6 كلم من مركز الأرض) 569 نيوتن.
- يزن على مدار منخفض (أي على مسافة 800 12 كلم من مركز الأرض) 144 نيوتن.
- يزن على مسافة 200 19 كلم من مركز الأرض 64 نيوتن.
- يزن على مدار مرتفع (600 25 كلم من مركز الأرض) 36 نيوتن فقط، وهو ما يعادل وزن كتلة تبلغ 3,7 كلغ على سطح الأرض.



كتلة العربة تقاوم **التسارع**. وبنفس الطريقة، إذا أراد اللاعب إيقاف العربة خلال الانحدار، وذلك بشدها في الاتجاه المعاكس، فإنه يشعر بنفس المقاومة. وأخيراً، إذا أراد إعطاء العربة حركة ذهاب وإياب، فإن المقاومة تؤثر في الاتجاهين. إن كتلة الجسم تتعارض مع كل تغيير في سرعته، أي مع كل تسارع. كلما كانت الكتلة كبيرة، كلما قاوم الجسم تغيرات السرعة. بالنسبة إلى عالم الفيزياء، تعطي كتلة الجسم قياس **قصوره الذاتي**. وحدة قياس الكتلة هي الكيلوغرام (كلغ - Kg).

وزن وكتلة: مقداران مختلفان

إن كتلة جسم ما تظل ثابتة دائماً، على عكس وزنه الذي يتعلّق بالجاذبية، وهذه الأخيرة تتغيّر بتغير الارتفاع، على سبيل المثال، لرائد الفضاء نفس الكتلة أينما وجد. لكن وزنه يخف كلما ابتعد عن الأرض لأن تأثير الجاذبية يصبح أضعف. إن وزن الجسم (P) هو القوة التي يسلطها تسارع الجاذبية (g) على كتلته (m). لذلك تكون له نفس وحدة قياس القوى، أي نيوتن (N). أما العلاقة بين الكتلة والوزن فهي تطبيق ثاني قوانين نيوتن على الأرض (انظر صفحة 14 – 15). وهي تصاغ على الشكل التالي:

$$P = m.g$$

في باريس، يبلغ تسارع الجاذبية 9,81 م ث$^{-2}$ ($m.s^{-2}$). إن كتلة تساوي 1 كلغ تزن إذن في باريس 9,81 نيوتن. هذا المعطى صحيح في كل فرنسا، على ارتفاع منخفض. إن الكرة الأرضية مسطحة عند القطبين، وهما بالتالي أقرب قليلاً إلى مركز الأرض من النقاط الأخرى وتكون الجاذبية فيهما أكبر بقليل. لذلك يزيد وزن جسم ينتقل من خط الاستواء نحو القطب.

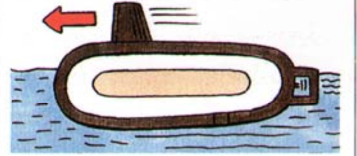


إن قوة دفع ارخميدس ترفع المناطيد

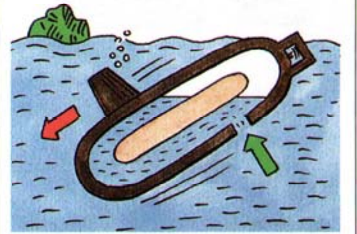
الضغط

الغواصة وقوة دفع أرخميدس

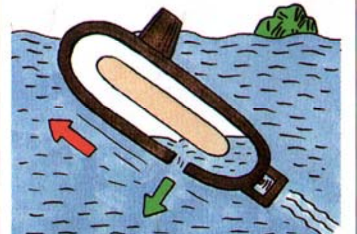
إن وزن الجزء المغمور بالمياه من الغواصة يتوازن مع قوّة دفع أرخميدس. لذلك تطفو الغواصة على سطح الماء. ▼



يتم إدخال بعض الماء إلى الصناديق المائية. عندما يصبح وزن الغواصة أكبر من وزن الماء المُزاح، فإن الغواصة تنجذب نحو العمق. ▼



يُطرَد الماء بواسطة الهواء المضغوط. عندما يصبح وزن الغواصة أقل من وزن الماء الذي زاحه حجم الغواصة المغمور، تصعد هذه الأخيرة إلى السطح. ▼



إن **الضغط** هو نتيجة **الجاذبية**: فجسم صلب يسلّط ضغطاً على ركيزته.
في المقابل، إن جسماً غاطساً في وعاء يحتوي على مائع (سائل أو غاز) يتلقى ضغطاً من قبل هذا المائع. يتعاكس ضغط المائع مع وزن الجسم.

القوّة الضاغطة

إذا مشى متنزه على الثلج، تترك أقدامه آثاراً عميقة. لكنه إذا انتعل زلاجات فإن الآثار تكون أقل عمقاً، مع أن **القوّة** التي يضغط بها المتنزه على الثلج هي نفسها في كلتا الحالتين وهي تساوي وزنه. وحدها مساحة التماس مع الثلج هي التي تغيرت: فقد كبرت لدى استعماله الزلاجات. وكذلك تغير الضغط الذي يركزه المتزلج على الثلج. يمكن تحديد الضغط «كحاصل قسمة القوّة الضاغطة على المساحة المضغوطة». في نظام الوحدات الدولي، وحدة القوّة الضاغطة هي نيوتن N، ووحدة المساحة المضغوطة هي المتر المربع (m^2) ووحدة قياس الضغط هي نيوتن على متر مربع ($N.m^{-2}$). تعرف هذه الوحدة أيضاً بـ باسكال (Pa) وبما أن المتر المربع هو مساحة كبيرة، غالباً ما تستعمل وحدة الضغط نيوتن على سنتمتر مربع أو هكتوباسكال.

ضغط الأجسام المائعة

على عكس الأجسام الصلبة، ليس للأجسام المائعة (سوائل أو غازات) شكل محدد وإنما تأخذ شكل الوعاء الذي يحتويها. وهي لا تركز ضغطاً على قعر الوعاء فحسب، إنما أيضاً على كل جوانبه. هذا الضغط الذي يُعزَى إلى وزن الجسم المائع يكون صغيراً على السطح ويكبر عند قاعدة الوعاء. يزيد الضغط بتناسب مع العمق. هذا ما يختبره هواة الغطس البحري من خلال ممارستهم لهذه الرياضة. فكلما نزلوا إلى الأعماق، كلما شعروا بأن الضغط الذي يتعرَّضون له من الماء هو أكبر.

مبدأ أرخميدس

يتعرَّض جسم غاطس في سائل إلى ضغط من كل الجهات. تتعادل كل الضغوط الموجهة جانبياً (من اليمين ومن اليسار) فيما بينها بشكل متبادل. في حين أن الضغط المتجه عمودياً يكون أكبر عند قاعدة الجسم منها عند قمته: يتعرض الجسم إذن إلى دفع نحو سطح السائل. لذلك يعلو الجسم إلى أن يتعادل



تسمح مساحة الزلاّجات الكبيرة لهذا المتنزّه بعدم الانغراز في الثلج.



كلما غاص الغطاس إلى أسفل، كلما زاد الضغط الذي يتعرض له



تطفو الباخرة على سطح البحر لأن وزنها يتوازن مع قوة الدفع التي تتركز على جزئها المغمور بالماء.

هذا الدفع مع وزنه. إن مبدأ أرخميدس (الذي حدَّده الفيزيائي أرخميدس في القرن الثالث قبل الميلاد، انظر صفحة 9) يوضح الأشياء: «كلّ جسم غاطس في سائل يتعرَّض لدفع عمودي متجه إلى أعلى يساوي وزن السائل المُزَاح».

إذا كان الدفع الذي يتعرَّض له الجسم أكبر من وزنه، فإن الجسم يطفو. في الحالة المعاكسة، يغوص الجسم. وإذا كان الدفع مساوياً لوزن الجسم، فإن هذا الأخير يظل معلقاً بين ماءين. إذا رفعنا حجراً تحت الماء، فإنه يبدو لنا أخف وزناً مما لو رفعناه خارج الماء. إن دفع أرخميدس يركِّز في الواقع على الحجر قوة متجهة إلى أعلى لذلك يبدو الحجر أقل وزناً.

الضغط الجوي

إن الهواء، كالسوائل، يركز ضغطاً على الأجسام وعلى الأشياء التي يحيط بها: إنه الضغط الجوي.

إن القوَّة التي ترفع المناطيد نحو السماء ما هي إلاّ قوة دفع أرخميدس. يمكن قياس الضغط الجوي بواسطة البارومتر.

يعود الفضل في اكتشاف البارومتر الزئبقي عام 1643 إلى الإيطالي إيڤانجيليستا توريشللي، وهو تلميذ غاليله.

لقد قلب أنبوباً طويلاً مليئاً بالزئبق ومفتوحاً من جهة واحدة على وعاء مليء بالزئبق. لاحظ عندئذ أن الزئبق قد انخفض في الأنبوب إلى علو معين كان قد توقعه. كان ذلك أول بارومتر. لقد انخفض الزئبق في الأنبوب واستقر على علو معيَّن في حالة توازن مع الضغط الجوي. يتغيَّر هذا الأخير وفقاً للطقس والارتفاع.

مبدأ باسكال

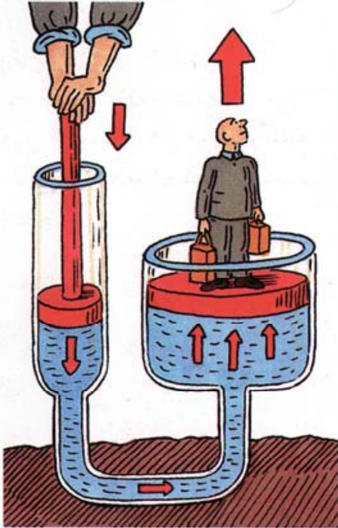
في القرن السابع عشر، اكتشف عالم الرياضيات الفرنسي بلاز باسكال (1623 – 1662) مبدأ هاماً آخر صاغه على الشكل التالي: «عندما يتعرَّض سائل موضوع في وعاء إلى تغيّر في الضغط، ينتقل هذا التغير كما هو إلى كل نقطة من نقاط السائل».

هذا المبدأ، المعروف باسم «مبدأ باسكال» يشكِّل قاعدة لأنظمة وآلات هيدروليكية لا تحصى، منها على سبيل المثال، فرامل الشاحنات أو بعض أنواع الرافعات التي تسمح برفع السيارات. كيف تعمل هذه الأدوات؟

إنها تتألَّف من مكبسين، مساحة الأول أكبر من مساحة الثاني، يؤثِّران على سائل موجود في نفس الوعاء. ينتقل الضغط المركَّز على المكبس الصغير عبر السائل إلى المكبس الكبير. بإمكان هذا الأخير أن يرفع قوَّة متناسبة مع مساحته. وهكذا تكون عدة حركات مركَّزة على المكبس الصغير لإحدى الرافعات كافية لرفع سيارة تزن طناً.

كيف يمكن رفع وزن ثقيل بدون جهد؟

لنأخذ مكبسين مختلفي المساحة الأول صغير والثاني كبير، يؤثِّران على سائل موجود في وعاء له شكل مناسب. وفقاً لمبدأ باسكال، تنتقل القوَّة المركزة على المكبس الصغير إلى المكبس الكبير عبر السائل.



ينقل هذا المكبس قوَّة متناسبة مع مساحته. فإذا كانت هذه المساحة أكبر بثلاث مرَّات من مساحة المكبس الصغير، تستطيع عندئذٍ كتلة تساوي 25 كلغ موضوعة على المكبس الصغير رفع كتلة تساوي 75 كلغ موضوعة على المكبس الكبير. في المقابل يعلو هذا الأخير ثلاث مرات أقل. لهذا السبب ينبغي تحريك مقبض رافعة هيدروليكية عدة مرَّات لرفع سيَّارة.





قوى وحركات

إن حـــركـــات لاعب الــغــولــف مدروسة بفضل تقنية تعرف بتحليل الحركة تصويرياً. تسجّل على نفس الفيلم الصور المتتابعة لحركة معينة، وذلك بإضاءة المجموعة بواسطة مصــــباح يـــبعث ومضات، ويعرف بالستروبوسكوب. تسمح الصورة بالقيام بدراسة محددة لمسار الكرة.. إن ملاحظة أجسام متحركة شكلت على الدوام جزءاً هاماً من علم الفيزياء. فمنذ زمن الفلكيين في العصور القديمة حتى علماء الفيزياء في أيامنا الحاضرة، تطورت تقنيات مراقبة الحركات وأصبحت متقنة جداً.



إنّ الطاقة الحرارية، هي مثل الطاقة الميكانيكية، شكل من أشكال الطاقة، درسها علماء الفيزياء. سعى هؤلاء إلى العمل على التمييز بين الطاقة الحرارية، الحرارة ودرجة الحرارة.

الطاقة الحرارية

- إشعاع: نمط انتشار الطاقة عبر الفضاء بشكل موجات أو جسيمات.
- انتشار: حركة تيارات الهواء أو السوائل التي تنقل الحرارة.
- جزيئة: أصغر كمية من مادة نقية مثل الماء أو ثاني أوكسيد الكربون. تتكوّن الجزيئة من تجمّع ذرّات.
- حرارة: نمط انتشار الطاقة الحرارية الناتجة عن الحركة الداخلية للجسيمات التي يتكوّن منها جسم ما.
- درجة حرارة: قياس شدة الحركة الداخلية للجسيمات في جسم ما. وحدة قياسها هي كلفن (K) أو درجة سلسيوس (°C) ـ درجة مئوية ـ.
- طاقة: قدرة جسم أو نظام فيزيائي على القيام بشغل أو عمل. بالإمكان ملاحظة الطاقة تحت أشكال مختلفة.
- طاقة حرارية: طاقة ناتجة عن الحركة غير المنتظمة للجسيمات التي تتكون منها الأجسام.
- عازل: جسم ينقل القليل من الحرارة أو الكهرباء. البلاستيك والخشب والزجاج هي من العوازل.
- موصل: جسم قادر على نقل الحرارة أو الكهرباء. المعادن هي أجسام موصلة.

يهتم الفيزيائيون بكل أشكال تحولات **الطاقة**. وإذا كان التعرف على مظاهر الطاقة الميكانيكية سهلاً كونها تخضع عادة لاختبارات يمكن معاينتها، فإن **الطاقة الحرارية** هي أقل وضوحاً. ما هي العلاقة بين الطاقة الحرارية **والحرارة**؟

الحرارة والطاقة الحرارية

تساءل العلماء طويلاً، دون نتيجة، حول «طبيعة النار». في أواخر القرن الثامن عشر، تخيل بعض الباحثين المبدعين تجارب ونظريات لتوضيح الأفكار وإيجاد صلة بين الملاحظات الموضوعة حول الحرارة ودرجة الحرارة، ثم سعوا إلى تفسير عمل الآلات البخارية التي تحوّل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية. اعترفوا عندئذٍ بأن الحرارة هي «مقدار قابل للزيادة والنقصان». في يومنا الحاضر، أقيمت العلاقة الوثيقة بين الحرارة والطاقة الحرارية. عندما يوضع جسم بارد في تماس مع جسم ساخن، يحدث انتقال الطاقة الحرارية بشكل حرارة تتجه من الجسم الحار نحو الجسم البارد. يعتبر الفيزيائيون أن الحرارة هي نمط لانتشار الطاقة.



يُظهر الرسم الحراري بالألوان توزيع درجات الحرارة المختلفة داخل قارورة مسخّنة.

موصلات وعازلات حرارية

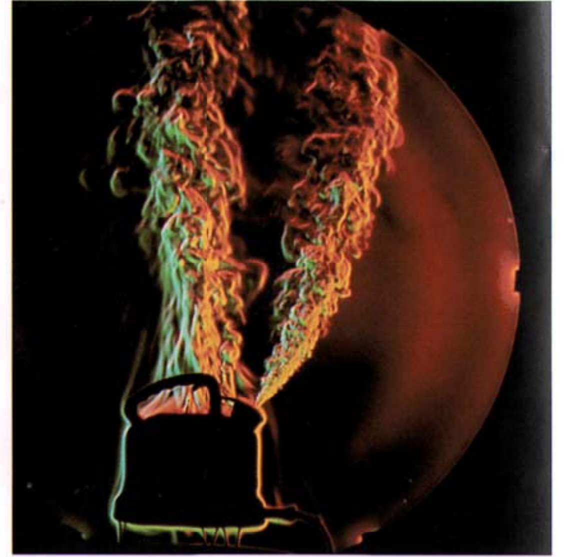
كيف تنتشر الطاقة الحرارية؟ إذا سُخّن أحد طرفي قضيب معدني، تنتشر الحرارة بسرعة نحو الطرف الآخر. لذلك يقال إن المعادن هي **موصلة** حراريّة. في المقابل، هناك مواد مثل الخشب والزجاج والبلاستيك هي موصلة رديئة للحرارة: إنها **العوازل** الحراريّة. لهذا السبب تكون الطناجر عادة مصنوعة من معدن، كونه موصلاً جيداً للحرارة بين النار والأطعمة، في حين أن مقابض الطناجر تكون عادة من الخشب أو من البلاستيك، أي من عوازل تُجَنِّب مستعمل هذه الطناجر الاحتراق.

لماذا لا تنتشر الطاقة الحراريّة بنفس الطريقة دائماً؟

في جسم جامد أو سائل أو غازي، تكون الجزيئات في حالة اهتزاز دائمة. إن تسخين هذا الجسم يعني زيادة حركة **جزيئاته**.

لقد عرّف الفيزيائي الفرنسي سادي كارنو (1796 – 1832) الحرارة كـ «حركة بين الجسيمات التي يتكون منها الجسم». ينتشر هذا الاهتزاز بسرعة في المعادن أي في الأجسام الموصلة. ولكنه يظل محصوراً في الأجسام العازلة مثل الخشب، ولا ينتشر.


يرتفع الهواء الساخن فوق النار


رسم حراري لتيارات الهواء الساخن التي ترتفع فوق غلاّية.

الانتشار وتيارات الهواء

لماذا يَسخُن كل ما يحتويه القدر، في حين أن قعره فقط معرَّض للحرارة؟ يحدث ذلك بسبب تيّارات **الانتشار** (أو الحَمْل الحراري) التي تنقل الحرارة من المناطق الساخنة نحو المناطق الباردة. تتحرَّك هذه التيّارات في كل الموائع (سوائل أو غازات) المعرضة لاختلاف في درجة الحرارة.

الإشعاع

يمكن للحرارة أن تنتقل **بالإشعاع**. ففي المشعاع الكهربائي، تبث الخيوط المحمرّة موجات ضوئية مرئية (ترى العين لونها الأحمر) وموجات غير مرئية لكن يمكن إدراكها: إنها الموجات ما دون الحمراء التي تنقل الحرارة عبر الفضاء. إن المشعاع هو إذن جهاز يحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حراريَّة أولاً ثم إلى شكل آخر للطاقة: الطاقة المشعّة.

حرارة ودرجة حرارة

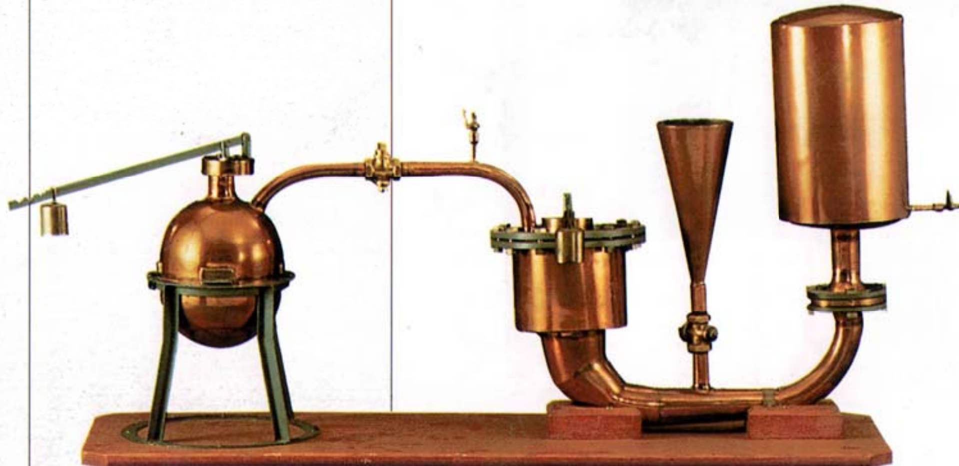
لقد كان جوزف بلاك، الفيزيائي والكيميائي الفرنسي الاسكتلاندي الأصل الذي عاش في أواخر القرن الثامن عشر، أول من ميّز بين الحرارة **ودرجة الحرارة**.

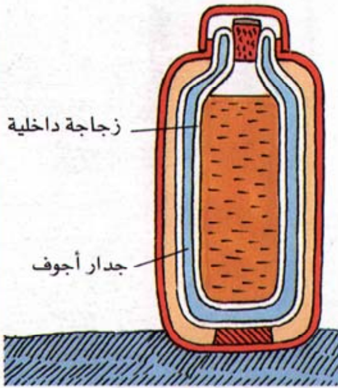
تنقل الحرارة اهتزاز الجزيئات من جسم إلى آخر. ولكن الاهتزاز غير المنظم لمليارات الجزيئات التي تكوّن جسماً معيناً ما هو إلاَّ طاقته الحراريَّة.

ما هي درجة الحرارة إذن؟

إنها قياس درجة اهتزازات هذه الجزيئات، أي قياس متوسط طاقتها. فليتران من الماء الغالي يحتويان على ضعف الطاقة الحراريَّة الموجودة في ليتر واحد، بسبب احتوائهما على ضعف عدد الجزيئات الموجودة في الليتر الواحد. لكن المياه الغالية تظل بنفس درجة الحرارة سواء أكانت ليترين أم ليتراً واحداً. إن متوسط طاقة جزيئات الماء هو نفسه في كلتا الحالتين. تقاس الطاقة والحرارة بوحدة (جول (J))، في حين أن درجة الحرارة تقاس بكلفن (K) أو بدرجة سلسيوس (°C) (أو درجة مئوية).

إحدى أوائل الآلات البخارية، صنعها المخترع الفرنسي دونيز بابان في القرن السابع عشر. ▼





زجاجة ترمس أو كظيمة ▲

هي وعاء يتألَّف من زجاجة ذات جدارين، معزولة بواسطة غلاف معدني.

هناك ثلاثة شروط مجتمعة للحد من مبادلات الحرارة:

- **إن الزجاجة مطلية بالفضة، مما يمنع انفلات الإشعاع.**
- **يوجد فراغ مستحدث بين جداري الزجاجة مما يخفِّف توصيل الحرارة.**
- **توجد أيضاً سدادة مزدوجة لمنع الانتشار عبر عنق الزجاجة.**



تعتبر الطاقة الكهربائية الأسهل استعمالاً من بين كل أشكال الطاقة. فقد باتت معروفة طرق إنتاجها ونقلها وتحويلها إلى أشكال أخرى من الطاقة. لكن الكهرباء قبل كل شيء هي ظاهرة طبيعية.

الطاقة الكهربائية

- إلكترون: جسيم يشكّل جزءاً من ذرة ويحمل شحنة كهربائية سالبة (أو سلبية).
- تيار كهربائي: حركة الشحنات الكهربائية داخل الموصل.
- جهد أو توتر (أو اختلاف الجهد): اختلاف الحالة الكهربائية بين نقطتين من موصل.
- ذرة: أصغر كمية مادة. تصل أبعادها إلى رتبة جزء من عشرة ملايين من المليمتر.
- شحنة كهربائية: كمية كهرباء أولية يحملها جسيم.
- عازل: جسم موصل رديء للحرارة أو للكهرباء.
- محوّل: جهاز يرفع جهد التيار الكهربائي أو يخفضه.
- مستقبِل: جهاز يمتص الطاقة الكهربائية ويحوّلها إلى شكل آخر من أشكال الطاقة.
- مولّد: جهاز ينتج تياراً كهربائياً.
- مولّد تيار متردد: جهاز ينتج تياراً كهربائياً متردداً (يغير اتجاهه).
- موصل: جسم قادر على نقل الحرارة أو الكهرباء.

إن الطاقة الكهربائية، كأية طاقة أخرى، تنتج عن شغل **التيّار الكهربائي**. ولكن ما هو التيّار الكهربائي نفسه؟ إنه سيل من الجسيمات المتحرّكة. داخل **موصل**، كالسلك الكهربائي مثلاً. تحمل هذه الجسيمات **شحنات كهربائية**. تبدأ دراسة الكهرباء إذن بدراسة الشحنات الكهربائية. يعرف هذا الجزء من الفيزياء بالكهروستاتيك أو الإلكتروستاتيك.

مبدأ الكهرباء السكونية

منذ العصور القديمة، لاحظ اليونان أن الكهرمان الأصفر، وهو صمغ متحجر، قادر على جذب أجسام خفيفة مثل قصاصات الورق أو الريش، إذا حككناه.

إن اسم الكهرمان باللغة اليونانية، أي إلكترون، ظل مستعملاً للدلالة على القدرة الغريبة التي تتمتع بها بعض الأجسام على اجتذاب أجسام أخرى بعد حكّها: يعرف ذلك بالتكهرب.

إن الكهرباء السكونية أو إلكتروستاتيك تفسّر هذه الظاهرة. تتكون كل الأجسام من حبيبات صغيرة جداً من المادة، اسمها **الذرات** (انظر صفحة 46 – 47). تتكوَّن هذه الذرَّات من نواة، تحمل شحنات كهربائية إيجابية أو شحنات موجبة، ومحاطة بجسيمات أخف منها وزناً، هي **الإلكترونات**، تحمل شحنات كهربائية سلبية أو شحنات سالبة. في كل ذرة، تتوازن الشحنات الكهربائية الإيجابية والسلبية: لذلك يقال بأن الذرة هي محايدة كهربائياً.



خلال هذه التجربة للكهرباء الاستاتيكية، يقف شعر رأس الطفلة.



البرق: تفريغ شحنات كهربائية

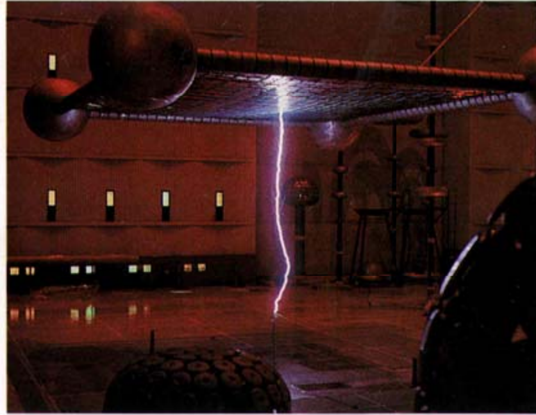
بإمكان الذرة أن تعطي إلكترونات إلى ذرة أخرى أو أن تأخذها منها. إذا تلقت ذرّات جسم ما إلكترونات إضافية، فإن هذا الجسم يُشحَن بكهرباء سلبية. وعلى العكس، إذا تخلت ذرات عن إلكترونات، فإن الجسم يُشحَن بكهرباء إيجابية. وهذا ما يحدث عند الكهربة بالاحتكاك.

شحنات كهربائية موجبة وسالبة

عندما يشحن الكهرمان كهربائياً فإنه يجذب أجساماً أخرى. تحدث نفس الظاهرة عندما يجذب مشط بلاستيكي الشعر أو عندما تجذب شاشة التلفزيون ورقة. لماذا؟ إن الشحنات السلبية تجذب الشحنات الإيجابية وتنفر من الشحنات السلبية. كما أن الشحنات الإيجابية تجذب الشحنات السلبية وتنفر من الشحنات الإيجابية. بتعبير آخر، إن جسمين يحملان شحنات متماثلة الإشارات يتنافران، كما أنه جسمين يحملان شحنات متعاكسة الإشارات يتجاذبان فيما بينهما. هذا هو قانون الإليكتروستاتيك الأساسي.

التفريغ الكبير والصغير للشحنات الكهربائية

بغية الفصل بين الشحنات الكهربائية السالبة والموجبة ينبغي الإمداد بالطاقة. ولكن عندما تجتمع شحنات متعاكسة، فإن نفس هذه الطاقة تتحرّر: إنه التفريغ الكهربائي الذي يظهر عادة بشكل شرارة، أي ظهور ضوء وحرارة لمدة قصيرة. بالإمكان إنتاج تفريغات كهربائية بشكل اختباري في المختبر، ولكن هذه التفريغات يمكن أن تكون طبيعية. فعندما نرتدي ثوباً مصنوعاً من الألياف الاصطناعية، نتلقى أحياناً تفريغاً كهربائياً صغيراً، وإذا كنا في العتمة، من الممكن أن نرى شرارة. كيف يمكن تفسير هذه الظاهرة؟ إن احتكاك القماش يكهرب الثوب بأكمله وذلك بفصل الشحنات السالبة عن الشحنات الموجبة. وعندما يلامس الثوب الجلد، تجتمع الشحنات الكهربائية المتعاكسة، وعندها يظهر التفريغ الكهربائي.



توليد اختباري للبرق في المختبر.

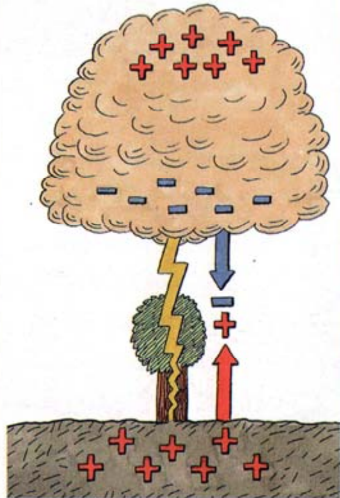
إن الصاعقة (انظر النص المقابل في الهامش) هي تفريغ كهربائي مدهش يحصل بين السماء والأرض ويترافق بضوء حاد هو البرق. بغية حماية بناء منها، تثبّت على سطحه واقية الصواعق وهي عبارة عن رأس معدني مرتفع وموصول بالأرض بواسطة كابل معدني معزول عن البناء. تلتقط واقية الصواعق الشرارة وتوصلها إلى الأرض.

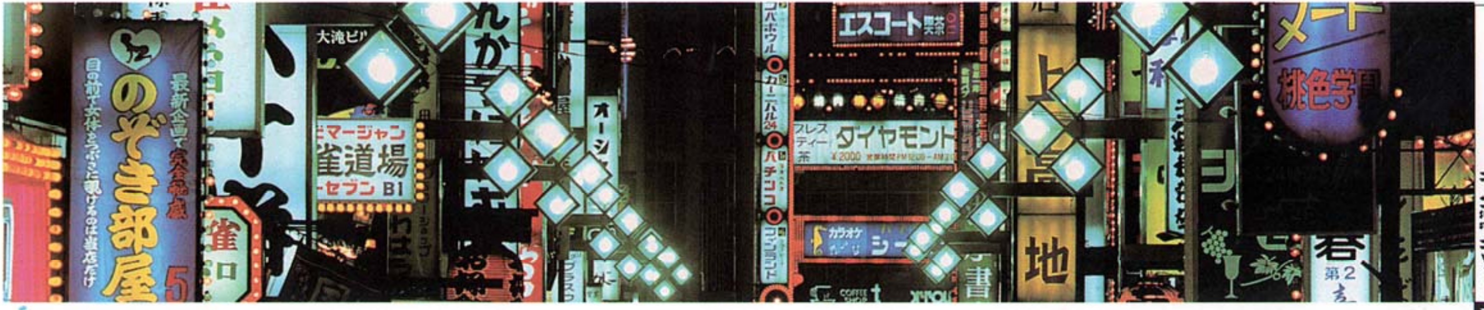
الأجسام الموصلة والعازلة

يمكن لكل الأجسام أن تتكهرب بواسطة الاحتكاك، لكن الشحنات الكهربائية الناتجة تتطور بشكل مختلف وفقاً لكون الجسم موصلاً أم **عازلاً**. في الأجسام العازلة كالبلاستيك أو الخشب، تظل الشحنات الكهربائية مجتمعة على الجزء الذي تعرض للاحتكاك ولا تنتقل. أما في الأجسام الموصلة، مثل المعادن بشكل رئيسي، فإن الشحنات الكهربائية تكون متحرِّكة، وتتوزع على كل مساحة الجسم الموصل.

كيف تنطلق الصاعقة؟

إن الكاتب والهاوي الفيزيائي بنيامين فرنكلين (1706 - 1790) هو الذي ساهم في تقدم دراسة هذه الظاهرة الطبيعية. لقد أثبت أن الصاعقة تنتج عن الالتقاء العنيف بين نوعين من الشحنات الكهربائية التي سمّاها «موجبة» و«سالبة». داخل غيمة عاصفة، تقوم تيارات هواء عنيفة بمزج قطرات الماء. تؤدي الاحتكاكات بين الهواء والماء إلى تكهرب الغيمة: عندها تتجمع الشحنات الموجبة في قمة الغيمة، وتتجمع الشحنات السالبة عند قاعدتها. تجتذب هذه الأخيرة الشحنات الموجبة الموجودة في الأرض، وينتهي الأمر بلقائها في سلسلة سريعة من الشرارات العنيفة التي تعرف بالصاعقة.

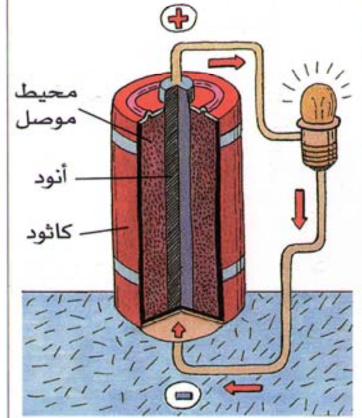




لافتات ضوئية كهربائية

التيّارات الكهربائية

عندما يمر التيار داخل عازل (في الصورة عناصر جهاز تدفئة)، فإن هذا الأخير يبعث حرارة.



▲ البطارية الجافة (أو الحاشدة)

في هذه البطارية الجافة، يشكل الوعاء المصنوع من الزنك القطب السالب (−) أو كاتود أو مهبط ويشكل قضيب الفحم القطب الموجب (+) أو أنود أو مصعد. توجد عجينة رطبة تحتوي على أملاح عديدة وتشكل المحيط الموصل. تترك الإلكترونات الزنك وتسير في الدائرة الخارجية ثم تصل إلى الكربون (الفحم). ينتقل التيار من (+) إلى (−) ماراً بالمصباح الذي يضيء.



◄ البطارية الأولى

صنعها الفيزيائي الإيطالي ألكسندرو ڤولتا عام 1800. لقد رصّ صفائح من فضة وزنك فوق بعضها وفصلها بواسطة حلقات مشبعة بمحلول ملح.

عندما يتم تحريك **الشحنات الكهربائية** ينتج **تيّار كهربائي**. إن الواقية من الصواعق يمر فيها تيار كثيف. وبما أنه آني، فهو لا يمكن استخدامه. بغية الإبقاء على تيار كهربائي وفقاً للرغبة، ينبغي توليده أولاً في **مولد**، ثم نقله في دائرة كهربائية وأخيراً استعماله في **مستقبِل**.

توليد التيّار

يُنتِج المولِّد طاقة كهربائية بتحويل طاقة ذات شكل آخر، كالطاقة الكيماوية مثلاً. من الأمثال الشائعة على ذلك البطارية. تتكون البطارية البسيطة من معدنين مختلفين مثل النحاس والزنك، غاطسين في محيط **موصل**، مثل الماء المالح. عندما نصل المعدنين بدائرة خارجية مؤلَّفة من سلك موصل، تحصل تفاعلات كهربائية كيماوية معقَّدة في البطارية، تؤدِّي إلى حركة **إلكترونات** (أي شحنات كهربائية) تنتقل إلى الدائرة: عندها يمر التيار. يشكل المعدنان قطبي البطارية. كما أنهما يعرفان أيضاً بمربطي الدائرة.

منذ اختراع البطارية الأولى، عام 1800، وصولاً إلى البطارية الجافة المنتشرة كثيراً اليوم، توجد أشكال مختلفة من البطاريات المصنوعة من معادن وأوساط موصلة مختلفة جداً لكنها تعمل جميعها وفقاً لنفس المبدأ.

تيار مستمر وتيّار متردد (أو متناوب)

حسب الاصطلاح، يمر التيّار من (+) إلى (−). في البطارية، أحد الأقطاب الذي يُعرف بالأنود هو موجب دائماً (+)، أما الآخر ويعرف بالكاتود هو سالب دائماً (−). يتجه التيّار دائماً في نفس الاتجاه: إن البطارية هي مولِّد لتيار مستمر.

يوجد نوع آخر من المولدات تكون فيها الأقطاب سالبة وموجبة بالتناوب.

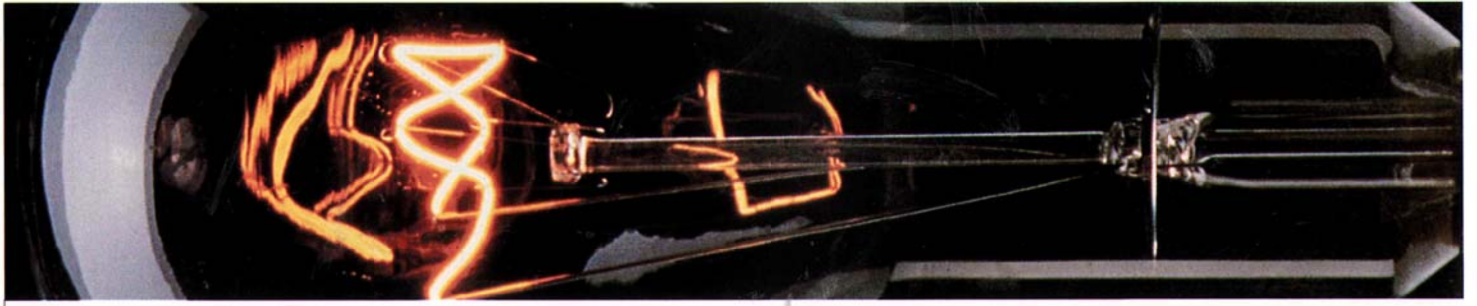
في كل مرة تغير الأقطاب إشارتها، يغير التيّار اتجاهه. إنه التيّار المتردد، أو المتناوب.

تعمل **مولدات التيّار المتردد** وفقاً لمبدأ آخر هو مبدأ الكهرومغنطيس. (انظر صفحة 28 ـ 29).

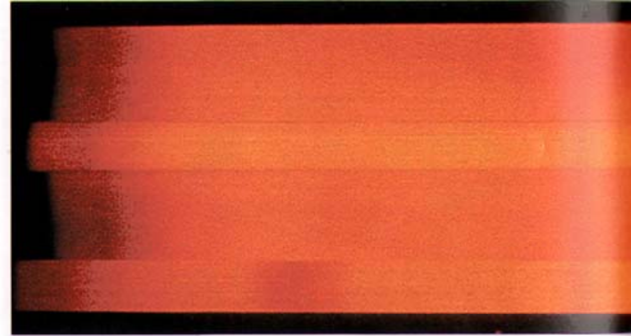
جهد (أو توتر)، شدة، مقاومة

تتكون الدائرة الكهربائية البسيطة من مولِّد ومن مستقبلين متصلين فيما بينهم بحلقة مغلقة من السلك الموصل. يمكن أن تركَّب الدائرة على التوالي أو على التوازي (انظر النص المقابل في الهامش).

إن **الجهد** (أو اختلاف الجهد) هو الذي يحرِّك الشحنات الكهربائية، وهو يعني اختلاف الحالة



يرسل سلك الإضاءة في هذا المصباح الضوء، عندما يمر فيه التيار

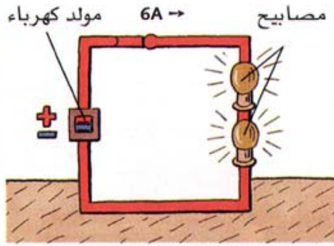


الكهربائية بين نقطتين من الدائرة. وحدة قياس الجهد هي الڤولت (V). المولّد هو مصدر التيّار الذي يمر من المربط الموجب إلى المربط السالب. تتعلّق شدة التيّار بعدد الشحنات التي تعبر الدائرة. وحدة قياس شدة التيار هي الأمبير (A). يصطدم تدفق الشحنات في الدائرة ببعض المقاومة التي ترتبط بدرجة الحرارة المحيطة وكذلك بالموصل المستعمل لتمرير التيّار. وحدة قياس المقاومة هي الأوم (Ω).

إن الجهد والشدة والمقاومة هي المميزات الثلاث للدائرة الكهربائية، مهما كان شكل تركيب الدائرة.

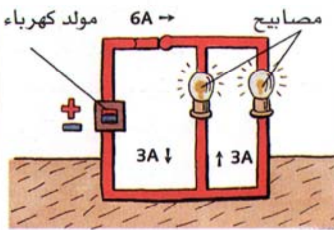
تحويل الطاقة الكهربائية

في دائرة كهربائية، المتلقي (أو المستَقبل) هو العنصر الذي يتلقّى الطاقة الكهربائية ويحوّلها. يمكن أن يكون مشعاعاً، أو محمصة خبز، أو مصباحاً. عندما يمر التيّار الكهربائي بجسم **عازل**، فإن هذا الأخير يسخن. في حالة المشعاع أو محمصة الخبز، تستعمل هذه الحرارة للتسخين. في هذه الحالة، تتحوَّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية، والظاهرة نفسها تتكرَّر في لمبة متوهجة. فسلك اللمبة يُحَمّى إلى درجة حرارة مرتفعة جداً. عندما يسخن هذا السلك إلى درجة البياض ويحفظ داخل جسم اللمبة المليء بغاز مناسب، فإنه يولد ضوءاً (انظر صفحة 34 – 35). لقد تحولت الطاقة الكهربائية إلى إشعاع مضيء.



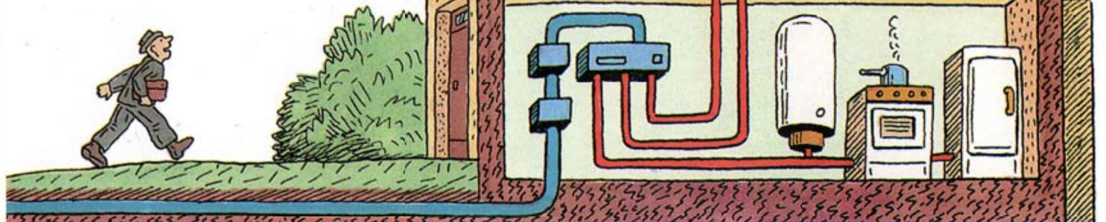
▲ دائرة على التوالي

تتكون هذه الدائرة من مولّد كهرباء ومصباحين وضعا جنبا إلى جنب على التوالي: لذلك يقال إنها دائرة على التوالي. في هذه الدائرة، تحتفظ شدة التيّار بنفس القيمة (6 أمبير) وبما أن نفس عدد الشحنات يعبر المصباحين، فإنهما يضيئان بنفس القوة.

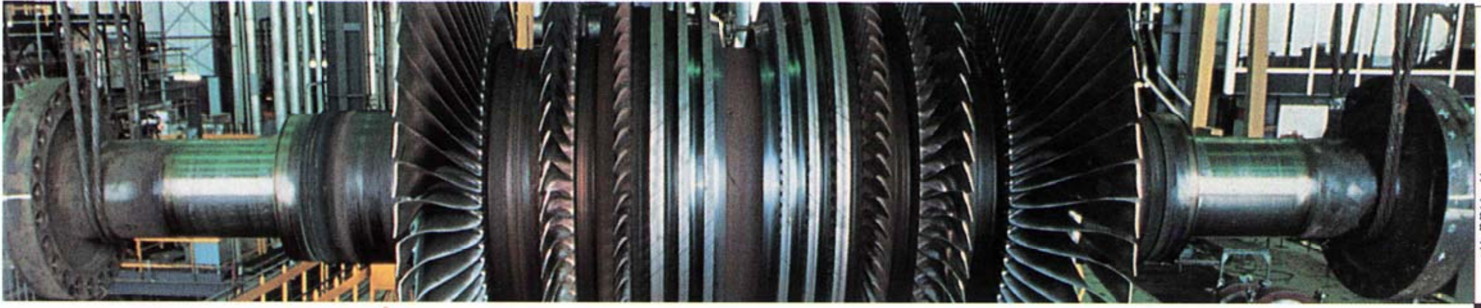


▲ دائرة على التوازي

تنقسم الدائرة إلى شعبتين مستقلتين: لذلك يقال إنها دائرة على التوازي. في هذه الدائرة ينقسم التيّار الناتج عن المولّد (6 أمبير) بين الشعبتين، وهو يمر في كل واحدة منهما بشدة جزئية (3 أمبير). في هذه الحالة يضيء المصباحان المتماثلان ولكن بشكل أضعف.



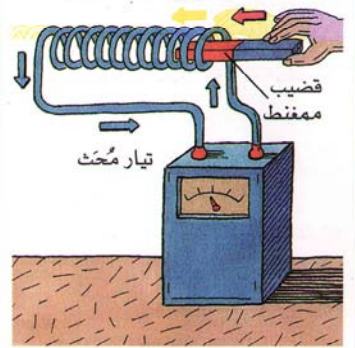
◄ **الكهرباء في المنزل**
من الطابق السفلي حتى العلوي، تقوم معظم الأجهزة الكهربائية ـ المشعاع للتدفئة، الثلاجة، مصابيح الإنارة، الهاتف، المذياع، التلفزيون ... ـ بتحويل الطاقة الكهربائية إلى شكل آخر من أشكال الطاقة.


إن مجموعة المنوب العنفي في معمل الإنتاج تولد الكهرباء بواسطة مغنطيس

علم الخصائص المغنطيسية والكهرومغنطيسية

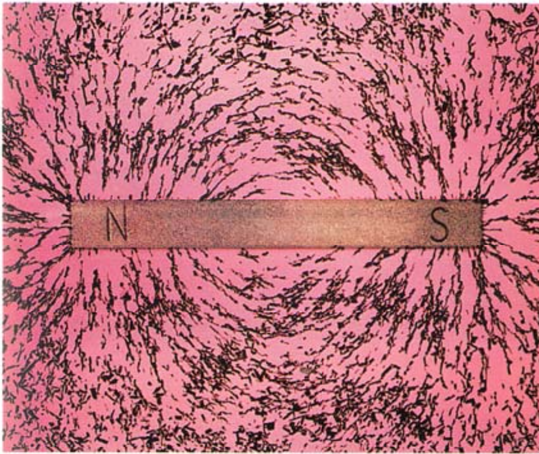
مبدأ الحث الكهرومغنطيسي

لنأخذ ملفاً صغيراً مصنوعاً من سلك موصل وموصولاً بجهاز قياس دون أن يمر أي تيّار في الدائرة. نلاحظ أن إبرة الجهاز لا تتحرّك. إذا حرّكنا قضيباً ممغنطاً داخل الملف، نلاحظ أن إبرة الجهاز قد مالت في اتجاه معين. إن تحريك المغنطيس يخلق تياراً في الملف. وعندما نبعد القضيب المغنط، نلاحظ أن الإبرة تميل في الاتجاه المعاكس.



نستنتج أن تيّاراً قد نشأ باتجاه معاكس للتيار الأول.
يعرف هذا التيّار الذي يغيّر اتجاهه بالتيّار المتردّد أو المتناوب. يقال أيضاً إن حركة القضيب المغنط قد حثّت تياراً متردداً.
أجرى هذا الاختبار عالم الفيزياء الإنكليزي ميكاييل فاراداي عام 1831. وهكذا أوضح فكرة الحث الكهرومغنطيسي.


بعض الخامات المعدنية التي تحتوي على الحديد، مثل المغناتيت، هي ممغنطة طبيعياً.



بالإمكان استشعار الحقل المغنطيسي الناتج عن قضيب ممغنط بواسطة برادة الحديد.

عام 1820، تمكن فيزيائي دانمركي هو كريستيان أورستد (1777 – 1851) من إثبات قدرة **التيّار الكهربائي** على إحداث انحراف إبرة ممغنطة. فكان أول من أوجد العلاقة التي تربط الكهرباء بالمغنطيسية. عام 1831، أجرى الفيزيائي الإنكليزي ميكاييل فاراداي (1791 – 1887) التجربة المعاكسة: فأثبت أن حركة المغناطيس يمكن أن تولد تيّاراً كهربائياً. كمخترع ومختبر متحمّس، وضع فاراداي قواعد علم جديد هو الكهرومغنطيسية، التي تدرس التأثيرات المتبادلة بين الكهرباء والمغنطيسية.

المغنطة الطبيعية

يجذب المغنطيس قطعاً صغيرة من برادة الحديد أو النيكل أو الكوبالت أو مواد مكوّنة من هذه المعادن. هذه المعادن الثلاثة، المعروفة أيضاً بـ «الحديدية المغنطة»، هي الوحيدة التي تتمتّع بهذه الميزة. إضافة إلى ذلك، إذا وضعنا قطعة من معدن حديدي ممغنط في ملامسة مغناطيس، فإن هذا المعدن يصبح بدوره مغناطيساً.

تنتقل المغنطة إذن عن بُعد أو عبر الملامسة المباشرة. يعرف المجال المحيط بالمغنطيس والذي تظهر فيه القوى المغنطيسية بـ «الحقل المغنطيسي».

الحقل المغنطيسي الناتج عن تيّار كهربائي

عندما يمر تيّار كهربائي في سلك موصل مستقيم الشكل فإنه يخلق حقلاً مغنطيسياً حوله. وإذا اتخذ السلك شكل عقدة فإن الحقل المغنطيسي يجتازها: إنه يشبه الحقل المغنطيسي الخاص بقضيب ممغنط أو قضيب من الحديد مثلاً. بغية خلق حقل مغناطيسي أكثر شدة، بالإمكان لف سلك موصل حول أسطوانة. من الممكن تقوية هذا الحقل بوضع قضيب ممغنط في محور الأسطوانة: إنه مبدأ الملف المغنطيسي أو الملف الأسطواني أو المعروف كذلك «بالمغنطيس الكهربائي».
المغنطيس الكهربائي هو شيء بسيط ومفيد جداً لأنه يسمح بإنتاج حقل مغنطيسي في أي مكان. إنه العنصر الأساسي لكل جهاز كهربائي منزلي. فالجرس الكهربائي مثلاً، يتألّف من مغنطيس كهربائي يشغل مطرقة تقرع على جرس.



مشهد من الداخل لمجموعة منوب عنفي

التيّار الكهربائي الذي يولّده المغنطيس

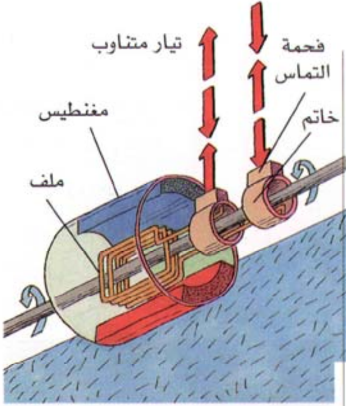
إذا كان التيّار الكهربائي يخلق حقلاً مغنطيسياً، بإمكان الحقل المغنطيسي، في المقابل، أن يولّد تيّاراً كهربائياً يعرف بـ «التيّار المُحَث». إنه مبدأ الحث الكهرومغنطيسي الذي برهنه ميكاييل فاراداي بواسطة اختبار بسيط (انظر النص المقابل في الهامش). بعض **مولدات** التيّار تعمل وفقاً لهذا المبدأ. وهي تتألّف من مغنطيس يقوم بحركة ذهاب وإياب بالنسبة لملف: فتولد بهذه الطريقة تيّاراً متغير الاتجاه. إنها **مولدات تيّار متردد**.

توجد مولدات تيّار متردد بكل القياسات: من المولدات الصغيرة (دينامو) المستعملة لتغذية مصابيح الدراجات إلى المجموعات المنوبة العَنَفية العملاقة (أو مجموعات المولدات التوربينية) في محطات توليد الكهرباء.

المحرك الكهربائي، تطبيق الكهرومغنطيسية

عندما يمر تيّار كهربائي في سلك مستقيم موضوع في حقل مغنطيسي، يتعرَّض السلك لقوة تُعرف بـ «القوة الكهرومغنطيسية». تدفع هذه القوة السلك في اتجاه مرتبط باتجاه الحقل المغناطيسي واتجاه التيّار الكهربائي. وهكذا تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.

على سبيل المثال، يستعمل المحرِّك الكهربائي القوّة الكهرومغنطيسية. في المحرك، يستعاض عن السلك الكهربائي المستقيم بملف يمر فيه تيّار وهو موضوع داخل مغنطيس. تقوم عندئذٍ القوّة الكهرومغنطيسية بتدوير عجلة تعطي بدورها عملاً ميكانيكياً. وهذا ما يسمح بتدوير عقارب الساعة، ونصلة المثقب، وشفرات المروحة...

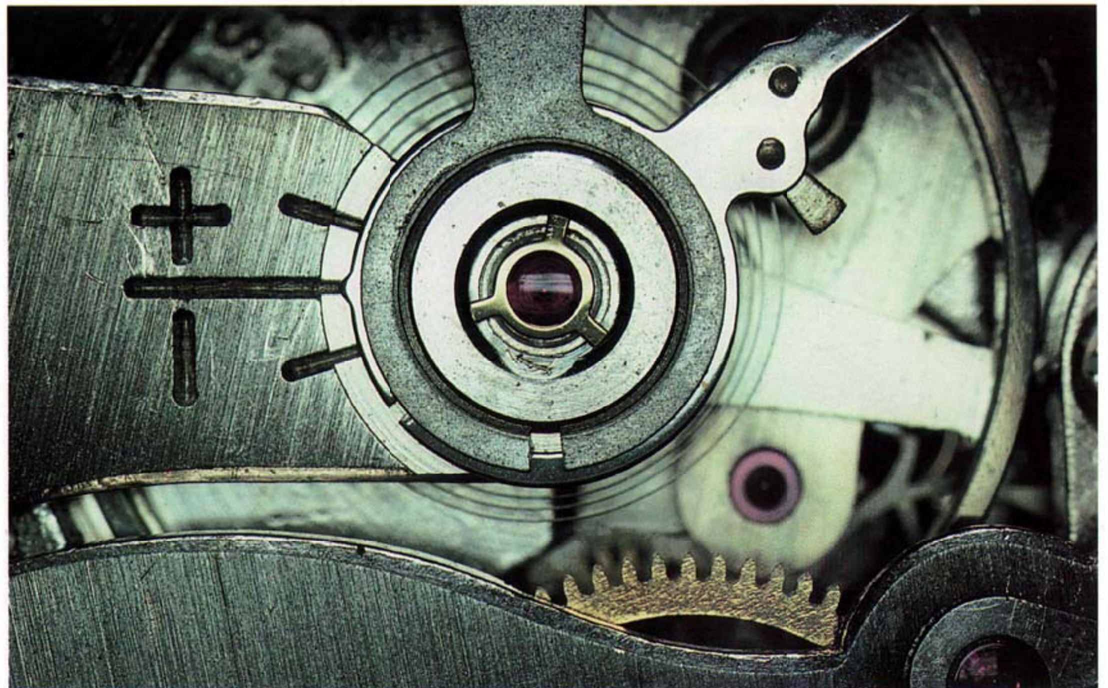


▲ مولّد التيّار المتردد أو المتناوب

إن مولد التيّار المتردد هو نظام بارع لإنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة مغنطيس. يتكون من ملف مربع مصنوع من سلك موصل، يدور في حقل مغنطيسي تابع لمغنطيس ثابت. تحثّ (أو تولد) هذه الحركة في الملف تياراً يغير اتجاهه (أو تيّاراً متردداً). يمر هذا التيار في الخواتم المجمّعة التي تدور مع الملف. تقوم مكانس ثابتة ملامسة لهذه الخواتم بتلقي هذا التيّار وجمعه حتى يصبح بالإمكان استعماله.

◄ المحرِّك الكهربائي

توجد محركات كهربائية ضخمة وأخرى صغيرة جداً مثل محرّك ساعة المعصم الذي يبدو في الصورة المقابلة مكبَّراً أكثر من 60 مرة، وهو يستعمل مغنطيساً دائماً ويتغذّى بالكهرباء من بطارية.





معمل حراري لإنتاج الكهرباء

من معمل إنتاج الكهرباء إلى المنزل

غرفة التحكّم في معمل إنتاج الكهرباء

إن وصول التيّار الكهربائي بشكل منتظم إلى كل مستهلك رهن بحسن عمل معامل الإنتاج التي تغذّي شبكة توزيع الكهرباء.



كل عنصر من عناصر المعمل مجهز بأجهزة مراقبة تبعث برسائل إلى غرفة التحكم.
ولعل المثل النموذجي على ذلك هو المعمل المائي الحراري في سان ميشال دو موريان في منطقة السافواي (انظر الصورة أعلاه). يتكيف إنتاج كل معمل بشكل مستمر، زيادة وانخفاضاً، تبعاً لتطور الطلب.
في فرنسا، يتم التحكم عن بُعد بشبكة التوزيع بواسطة حاسبات آلية وفقاً لمخطط يقدّر استهلاك الكهرباء في كل منطقة كل نصف ساعة. يرتكز هذا المخطط على توقعات تأخذ بعين الاعتبار الاستهلاك المسجل خلال السنوات الخمس الأخيرة.

هل بالإمكان تصوّر شكل الحياة من دون كهرباء؟ استعمال مصباح الكاز للإضاءة، عدم وجود تلفزيون أو أجهزة كهربائيّة منزلية. إن الكهرباء بسيطة الاستعمال وهي تشكّل جزءاً من الحياة اليومية كما أن حاجات المستهلكين كبيرة. ينبغي إذن توليد الكهرباء بكمية كبيرة ونقلها إلى المستهلكين. لهذا السبب، وضعت البلدان المتقدّمة تنظيماً مفصلاً واضحاً يمكن الاعتماد عليه.

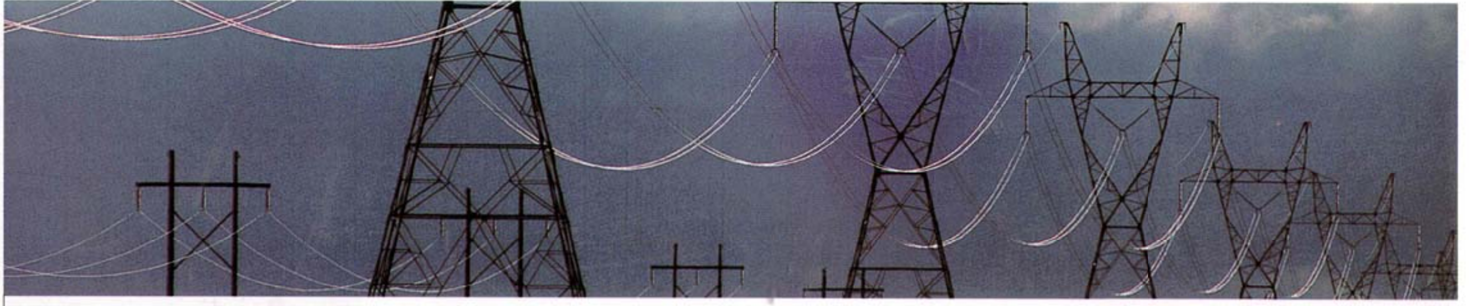
إنتاج الكهرباء في المعامل

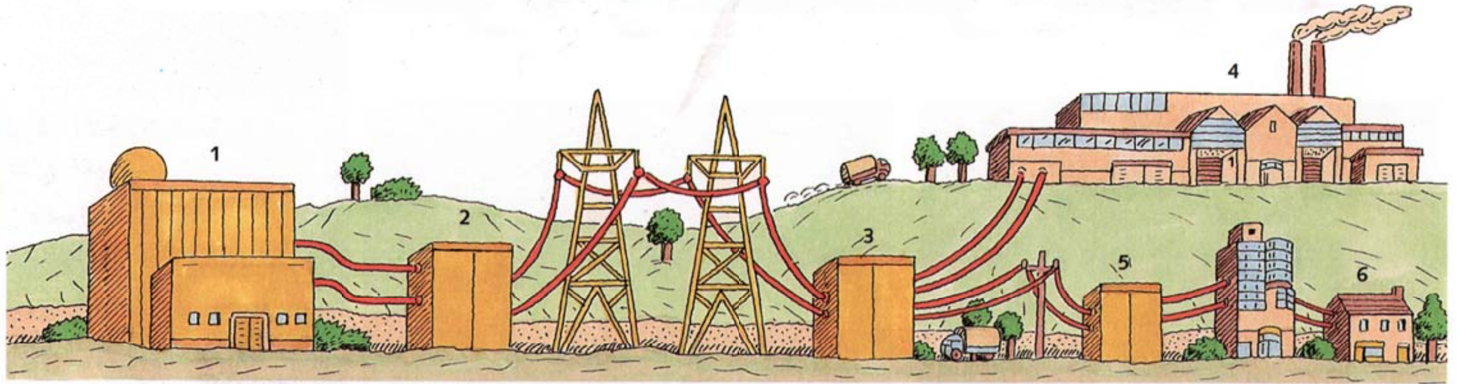
يتم إنتاج القسم الأكبر من الكهرباء في المعامل الكهربائية، وهي تتوزع على ثلاثة أنواع رئيسيّة: المائية الكهربائية، الحراريّة والنووية. تعمل كل هذه المعامل وفقاً لنفس المبدأ: إنّها تحوّل شكلاً من أشكال الطاقة إلى الطاقة الكهربائية. هذه المعامل هي منشآت ضخمة لتحويل الطاقة.
إن المعامل المائية الكهربائية تحوّل الطاقة الميكانيكية للمياه الجارية.

تجر المياه تحت الضغط إلى المعمل حيث تقوم بتدوير توربينات تجر معها **مولدات التيّار المتردّد** وهي **مولدات** قوية تعمل وفقاً لمبدأ الكهرومغنطيسية (انظر صفحة 28 – 29) وتنتج **التيّار الكهربائي**. تحوّل المعامل الحرارية الطاقة الحرارية المنبعثة من احتراق الفحم أو الغاز أو الفيول. تحترق هذه المحروقات في مرجل يمر فيه الماء. تحوّل الحرارة المنبعثة تحت ضغط مرتفع الماء إلى بخار. يقوم البخّار بتدوير توربينات تجر بدورها مولدات التيّار المتناوب.
تستمد المعامل النووية طاقتها من الحرارة المنبعثة من التفاعلات النووية (انظر صفحة 48 – 49). يتكوّن مرجل هذه المعامل من مُفاعل انفصام (أو انشطار) نووي. تقوم الحرارة الكثيفة المنبعثة من انشطار **ذرات** غير ثابتة مثل الأورانيوم بتحويل الماء إلى بخار.
كما في المعامل الحراريّة، يقوم البخار بتدوير توربينات ومولدات للتيّار المتردّد. في فرنسا، تنتج

الدائرة الكهربائية العملاقة في التجمعات في المدن (في الصورة، هونغ كونغ)




تنقل خطوط التوتر العالي كمية كبيرة من الكهرباء



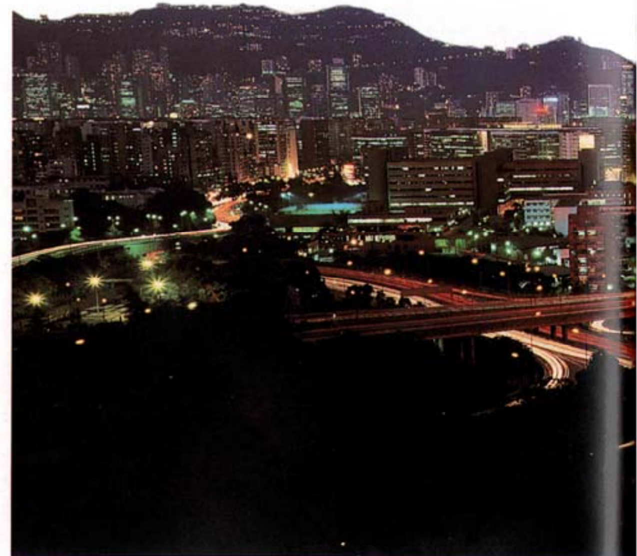
المعامل المائية الكهربائية حوالي 18 بالمئة من الكهرباء المستهلكة، وتنتج المعامل الحرارية حوالى 7 بالمئة من هذه الكهرباء والمعامل النووية حوالى 75 بالمئة منها.

توزيع الكهرباء

تكون مراكز الإنتاج في أغلب الأحيان بعيدة عن مراكز الاستهلاك، لذلك يجب نقل الكهرباء. ولكن مرور الكهرباء على مسافات كبيرة يؤدي إلى حصول تبديد في الطاقة. لتجنّب ذلك يتم رفع **توتر** التيّار عند الانطلاق. كلما ارتفع توتر التيّار، كلما ارتفعت كمية الكهرباء التي يمكن نقلها في خط كهربائي. عند مخرج المعمل، يقوم **محوِّل** برفع التوتر. تمر الكهرباء بعدئذٍ في خطوط توتر عالٍ، تتكوَّن من كابلات تحملها أعمدة معدنية ضخمة. وبعد ذلك، على مقربة من المدن والمناطق الصناعية، تقوم محطات كهربائية ثانوية تضم محوِّلات، بتخفيض توتر النقل إلى توتر متوسِّط في البداية ثم إلى توتر منخفض. هذه التوترات هي أسهل استعمالاً. تتغذى المؤسسات الصغيرة والمتوسطة، والمدارس والمستشفيات بكهرباء ذات توتر متوسط. أما المساكن، فتتغذّى بالتوتر المنخفض. تتغيَّر قيمة التوتر وفقاً للبلدان. ففي فرنسا، تتغذّى الماكينات الصناعية في المصانع بـ 380 ڤولت في حين أن كل منزل يصله تيار 220 ڤولت.

تكييف الإنتاج مع الاستهلاك

لا يمكن تخزين الكهرباء، لذلك يجب تكييف الإنتاج مع الاستهلاك في كل لحظة. عندما يكون الطلب ضعيفاً (خلال الليل وفي الصيف)، تعمل معامل الإنتاج بقدرة مخفضة. وعندما يكون الطلب مرتفعاً (خلال النهار وفي الشتاء)، تزيد قدرة المعامل. في فرنسا، يوجد مركز وطني منظم ومراكز مراقبة إقليمية لتأمين هذا التحكم.



▲ من معمل الكهرباء إلى المنزل

عند مخرج المعمل (1) يقوم محول (2) برفع التيار الكهربائي إلى توتر عال للتمكن من نقله. بعد ذلك يقوم محوِّل آخر (3) بتخفيضه إلى توتر متوسط لتغذية معمل آخر (4). وأخيراً يقوم محوِّل أخير بتخفيضه إلى توتر منخفض (5) بغية توزيعه على الأفراد (6).



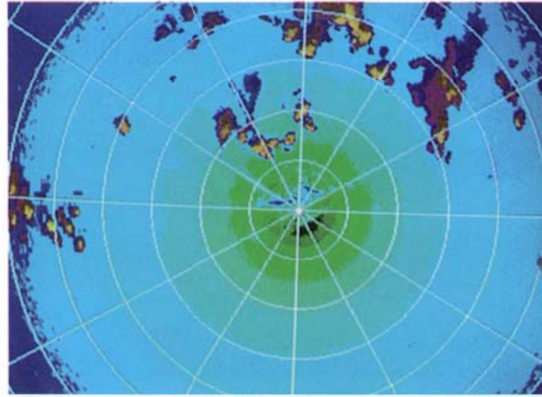
▲ طوماس أديسون

طوماس أديسون (1847 - 1931) هو باحث أميركي، اخترع المصباح الكهربائي ذا السلك المتوهج. كما أنه بنى عام 1882، في نيويورك، أول معمل كهربائي يعمل على البخار.

يتكون الضوء من موجات تنتمي إلى عائلة الموجات الكهرومغنطيسية الكبيرة. يدرس الفيزيائيون مصادر الضوء، وسلوك الأَشعة الضوئية وأجهزة البصريات.

الضوء والموجات

- **إشعاع ضوئي أو (ضيائية):** انبعاث ضوء من بعض الذرات.
- **انعكاس الضوء:** تغير اتجاه الضوء بعد التقائه بسطح مصقول.
- **انكسار الضوء:** تغير اتجاه الضوء عند مروره من وسط شفَّاف إلى وسط شفَّاف آخر.
- **تباعد:** ابتعاد الأشعة عن بعضها في حزمة ضوئية وتبدو عندئذٍ وكأنَّها قادمة من نقطة واحدة.
- **تقارب:** التقاء أشعة ضوئية عديدة تنتمي إلى حزمة ضوئية في نقطة واحدة.
- **توهج:** انبعاث ضوء من جسم مسخن على درجة حرارة مرتفعة.
- **موجة:** نمط انتشار الطاقة عبر المادة والفضاء. إن الموجات الكهرومغنطيسية هي موجات كهربائية ومغنطيسية في آن معاً.



بفضل موجات الرادار، تظهر أجهزة الرادار أجساماً بعيدة جداً.

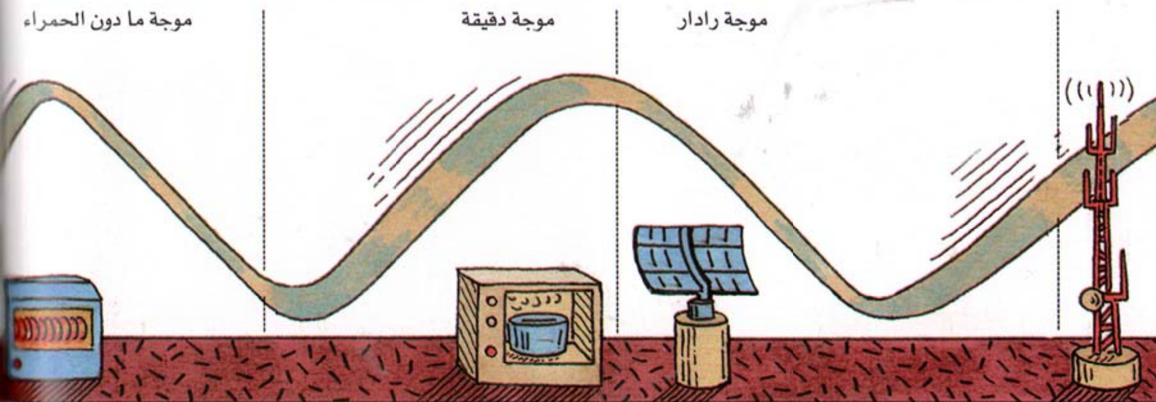


بفضل الموجات ما دون الحمراء، تسجل بعض الكاميرات صوراً في غياب الضوء.

الموجة هي نمط نقل للطاقة عبر المادة والفضاء. يوجد عدد كبير منها وكلها تنقل الطاقة - الضوئية، الصوتية،...- من نقطة إلى أخرى. بشكل عام، تتميَّز الموجة بمقدارين: الذبذبة وطول الموجة. لفهم مدلول هاتين الفكرتين، يكفي رمي حجر في الماء الساكن. انطلاقاً من نقطة السقوط، تظهر تجاعيد على وجه المياه، لها شكل دوائر متحدة المركز تنتشر في كل الاتجاهات وبنفس السرعة. يتكون كل تجعد من تتابع تجويف وذروة. يتحدد طول الموجة بالمسافة بين تجويفين متتاليين. وهو يقاس بالمتر (m). الذبذبة هي عدد التجاعيد التي تمر في الثانية. وهي تقاس بالهرتز (Hz).

ينتشر الضوء بشكل موجات

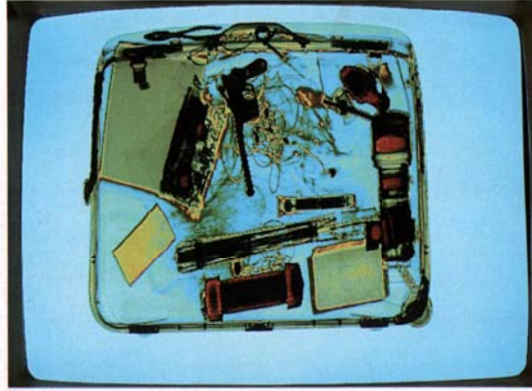
تساءل علماء الفيزياء عن كيفية عبور ضوء الشمس والنجوم للفضاء حتى وصوله إلى الأَرض، واكتشفوا أن الضوء ينتشر بشكل موجات. لقد أثبت فيزيائي إسكتلاندي وهو جيمس كلارك ماكسويل (1831 - 1879) عام 1865 العلاقة بين الظواهر الكهربائية، والمغنطيسية والضوئية. ثم تمكَّن فيزيائي ألماني هو هنريش هرتز (1857 -



ضوء الشمس: موجات تعبر الفضاء



يسمح الإشعاع ما فوق البنفسجي برؤية مواد لا يمكن كشفها بالإضاءة العادية.



تكشف أشعة ايكس محتوى حقيبة بعبورها لجوانبها.

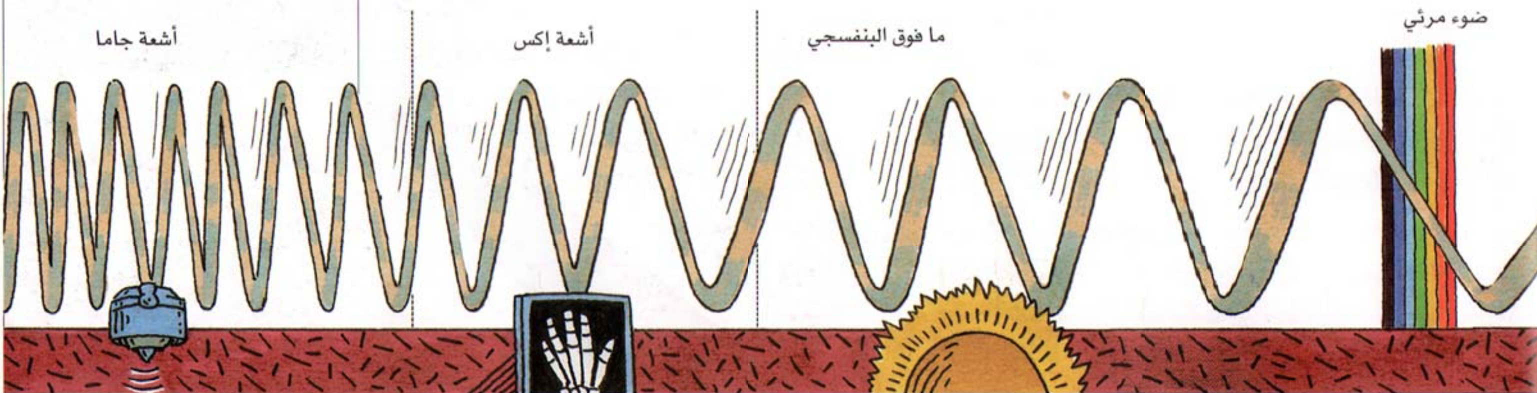
1894) عام 1888، من خلال عمله على الكهرومغنطيسية، من توليد اختلالات تعرف «بالموجات الكهرومغنـطيسية» أو «بالموجات الهرتزية». لقد أثبت أن هذه الموجـات لها نفس طبيعـة الضوء وأنها تنتشر بنفس السرعة ووفقاً لنفس القوانين.

الموجات الكهرومغنطيسية

إن الموجات الكهرومغنطيسية هي من الطاقة المشعة التي تنتشر في كل اتجاهات الفضاء وهي تعبر الهواء والفراغ.
يتكوَّن الضوء المرئي (أو الضوء **الأبيض**) من موجات كهرومغنطيسية. وهي تتكوَّن في الواقع من عدة موجات، لها ذبذبات مختلفة، ندركها كألوان مختلفة، من اللون الأحمر (أصغر ذبذبة) إلى اللون البنفسجي (أكبر ذبذبة). إنها ألوان قوس القزح. هذا الضوء المرئي ما هو إلا جزء صغير من الإشعاع الكهرومغنطيسي (أو الطيف المغنطيسي)، (انظر النص المقابل في الهامش). يضم هذا الطيف أيضاً موجات غير مرئية كموجات الرادار، والموجات الدقيقة (ميكرو أوند)، وموجات ما دون الحمراء، والموجات ما فوق البنفسجية، وأشعة إكس.

الطيف الكهرومغنطيسي

تشكل الموجات الكهرومغنطيسية ما يُعرف بالطيف الكهرومغنطيسي الموضح في الرسم أدناه.
يضم هذا الطيف سلم موجات منها الموجات المرئية التي يتكون منها الضوء، والتي تتميز بذبذبتها وطول موجتها.
انطلاقاً من الذبذبات المنخفضة وصولاً إلى الذبذبات المرتفعة، بالإمكان تمييز: موجات الراديو (راديو وتلفزيون) وموجات الرادار، والموجات الدقيقة (التي تستطيع تسخين المأكولات)، والأشعة ما دون الحمراء (التي تنبعث من بعض المشعاعات)، والضوء المرئي، والأشعة ما فوق البنفسجية، وأشعة إكس، وأشعة جاما.
تنقل هذه الأخيرة كمية كبيرة من الطاقة، وهي «مخترقة» وبإمكانها المرور عبر المادة مثل جسم الإنسان. ▼

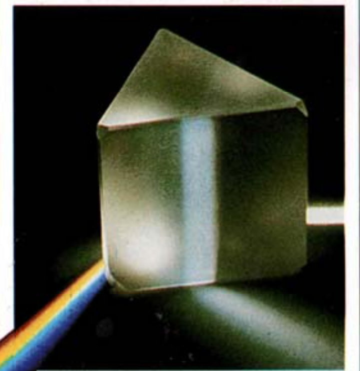



ينتشر الضوء في خط مستقيم

الأشعة الضوئية ومصادر الضوء

تقزّح الضوء في المنشور (أو الموشور)

عندما يعبر الضوء منشوراً (أي كتلة ذات جوانب مثلثة الشكل) من الزجاج، فإنه يتحلّل إلى حزمة من ألوان قوس القزح تُعرف بطيف الضوء الشمسي. يمكن تفسير هذه الظاهرة بشكل بسيط: إن الضوء الأبيض أو الضوء المرئي هو مزيج من موجات ندركها كألوان مختلفة (انظر صفحة 32 - 33). يعكس المنشور (أو يكسر) هذه الموجات ولكن بطرق مختلفة. تنعكس كل موجة مرة أولى عندما تعبر من الهواء إلى الزجاج، ثم مرة ثانية عندما تعبر من الزجاج إلى الهواء.


عند الخروج، تكون المركّبات مفصولة بشكل ألوان مختلفة، من البنفسجي حتى الأحمر. يعرف تحليل الضوء الأبيض إلى مركباته المختلفة بالتقزّح.

يكون الشيء مرئياً إما لأنه يبعث الضوء (كالشمس، أو الشعلة)، وإما لأنه يعكس (أو يرد) الأشعة الضوئية التي تشكّل الضوء.

ولكن كيف ينتشر الضوء؟ إنه ينتشر وفقاً لخط مستقيم في الفراغ، أو في الهواء، أو في أي محيط شفّاف (الزجاج، الماء...): هذا ما يُعرف بالانتشار المستقيم للضوء. من نتائجه تشكيل الظلال. إن الأشعة الضوئية توقفها في الواقع الأجسام المعتمة (غير الشفّافة)، كجسم شخص مثلاً. الظل هو المنطقة من الفضاء التي لا تصل إليها الأشعة الضوئية.

بغية دراسة مسار الضوء، يعزل الفيزيائيون بعض هذه الأشعة التي تشكل الضوء. ووفقاً للعوائق التي تصطدم بها (أو المحيطات التي تعبرها) تغير هذه الأشعة اتجاهها. يدرس علم الفيزياء بشكل خاص اثنين من تغيرات الاتجاه: **الانعكاس والانكسار**.


يرسم الظل خيال رجل موجود بين مصدر الضوء والحائط.

الانعكاس

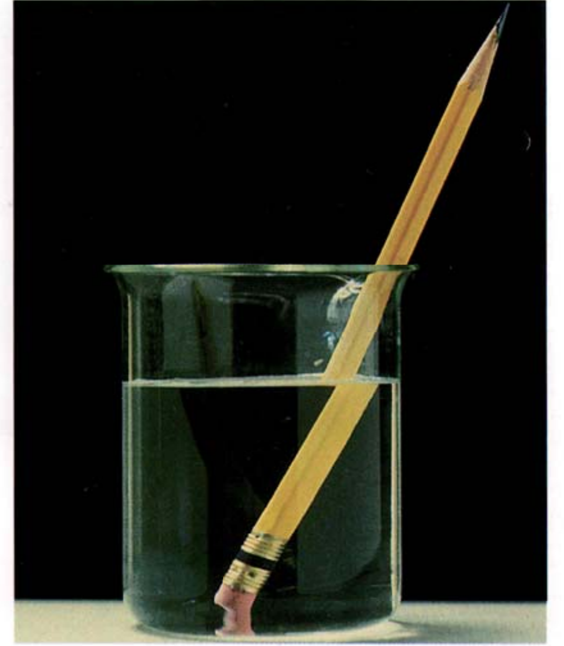
عندما تلتقي الأشعة الضوئية التي تشكّل الضوء عائقاً، فإنّها تغير اتجاهها: هذا ما يُعرف بانعكاس الضوء. إن الطريقة التي تنعكس بها الأشعة تتوقف على طبيعة الشيء الذي تلتقي به. إن جسماً لماعاً وأملس، مثل واقية الصدمات في السيارة لا يعكس الأشعة بنفس الطريقة كجسم معتم وخشن (قطعة فحم مثلاً). بالإمكان حساب هذا التغير في الاتجاه، فهو يتحدد بقوانين هندسية. إن الانعكاس يفسّر بشكل خاص لماذا نرى أنفسنا عبر المرآة. يرسل الجزء المضاء من وجه الناظر أشعة ضوئية نحو المساحة المفضضة في المرآة. ترد هذه الأخيرة الأشعة في اتجاهات محددة. تتلقّى عين الناظر الأشعة التي تبدو وكأنّها قادمة من صورته: إنه يرى نفسه. هذه الصورة ليست حقيقية. إنّها تُعرف بالصورة التقديرية. ليس لها وضعية ثابتة. إنها تنتقل عندما ينتقل الناظر، وهي تتكوّن فقط في عين الناظر.

الانكسار

إن سطح الماء الساكن يعكس جزءاً من الأشعة الضوئية التي تنصب عليه: لهذا السبب تنعكس صورة الأشجار في ماء المستنقع الساكن كالمرآة. لكن الجزء الأكبر من الأشعة الضوئية لا ينعكس. إنه يخترق الماء ويغير اتجاهه بشكل مفاجئ؛ تعرف هذه الظاهرة «بالانكسار» وهي تتطابق مع تغير اتجاه الأشعة الضوئية عندما تمر من محيط شفاف



انعكاس الضوء على مياه مستنقع



يبدو القلم وكأنه مكسور عند السطح الفاصل بين الهواء والماء: إنه تأثير الانكسار.

إلى محيط آخر، على سبيل المثال، عندما تعبر الهواء ثم الماء.

يفسر انكسار الأشعة الضوئية لماذا يبدو جسم غاطس في الماء وكأنَّه أقرب إلى صفحة الماء مما هو عليه في الواقع. لهذا السبب أيضاً يبدو قلم الرصاص الغاطس إلى وسطه في الماء وكأنه مكسور عند مستوى الحد بين الماء والهواء. من نتائج الانكسار تقزح ضوء الشمس (انظر النص المقابل في الهامش). وهذا ما يحدث بشكل خاص عندما يتكون قوس القزح (انظر: «الأرض، كوكب نشط»، موسوعة شبابنا).

إن الانكسار، كالانعكاس، يتحدد بواسطة قوانين هندسية. في كل مرة تعبر الأشعة الضوئية السطح الذي يفصل محيطين شفافين، فإنها تنعكس وتنكسر في آن معاً.

مصادر الضوء

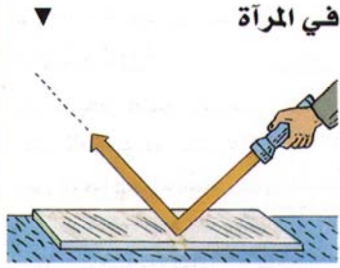
سواء أكانت طبيعية أو من اختراع الإنسان، فإن مصادر الضوء تنتمي إلى فئتين رئيستين: فئة تشع **بالتوهج** وفئة **بالإشعاع الضوئي**. فالشمس أو عود الثقاب المشتعل يلمعان بالتوهج ويعطيان الضوء «الدافئ». عندما تحمّى الجسيمات التي تشكلهما إلى درجة حرارة مرتفعة (عدة آلاف من الدرجات) فإنّها تبعث موجات كهرومغنطيسية أي إشعاع ضوئي.

كلما كان المصدر ساخناً، كلما ارتفعت ذبذبات **الموجات** الكهرومغنطيسية المنبعثة منه. يتغيَّر اللون وفقاً للذبذبة (انظر صفحة 32 – 33)، كلما ارتفعت درجة الحرارة، يتغير اللون من الأحمر إلى الأصفر ثم إلى الأزرق.

هناك مصادر ضوئية أخرى، مثل أنبوبة النيون، تبعث ضوءاً «بارداً» بالإشعاع الضوئي. في هذه الحالة، ينتج الإشعاع عن تحولات تحصل داخل بعض الذرات. فأنابيب النيون تتكون من أنبوب من الزجاج مليء بالغاز. عندما يمر تيار كهربائي عبر الغاز، فإن ذرات هذا الأخير تمتص كمية من الطاقة وتحوّلها إلى طاقة ضوئية. يتوقف لون هذا الضوء على الغاز المستعمل.

مصدر ضوء «دافئ»: شعلة عود ثقاب. ◄

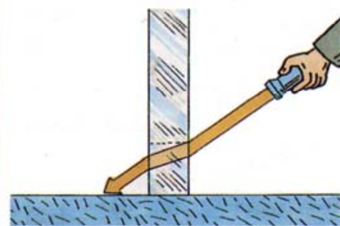
في المرآة ▼

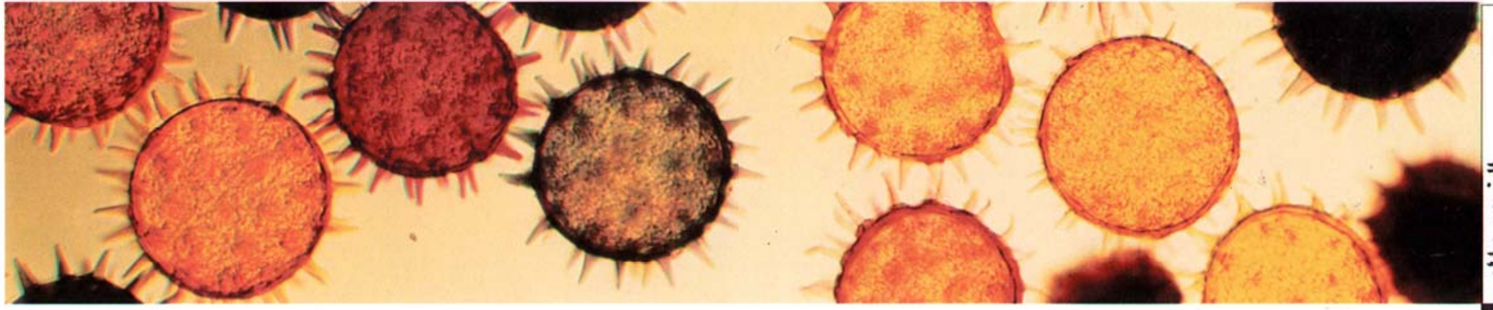


عندما يصطدم شعاع الضوء بسطح المرآة المفضّض، ينعكس أي أنه يرتد في اتجاه آخر. يتحدَّد هذا الاتجاه وفقاً لقانون الانعكاس وبالإمكان حسابه: يشكل الشعاع مع المرآة نفس الزاوية قبل الانعكاس وبعده.

عبر الزجاج

عندما يدخل شعاع الضوء عبر زجاج النافذة، يغير اتجاهه: هذا ما يعرف بالانكسار. وعندما يخرج من الزجاج يغيِّر اتجاهه مرة أخرى. هناك انكسار مزدوج. يخرج الشعاع من الزجاج ويعود إلى الهواء وفقاً لنفس الاتجاه الأول لكن بعد أن يزيح قليلاً عن مساره الأول. ▼



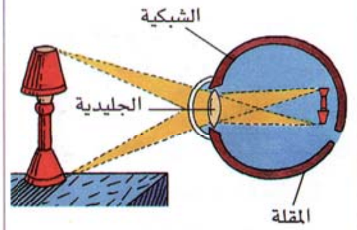


يسمح المجهر برؤية حُبيبات صغيرة جداً من لقاح الأزهار

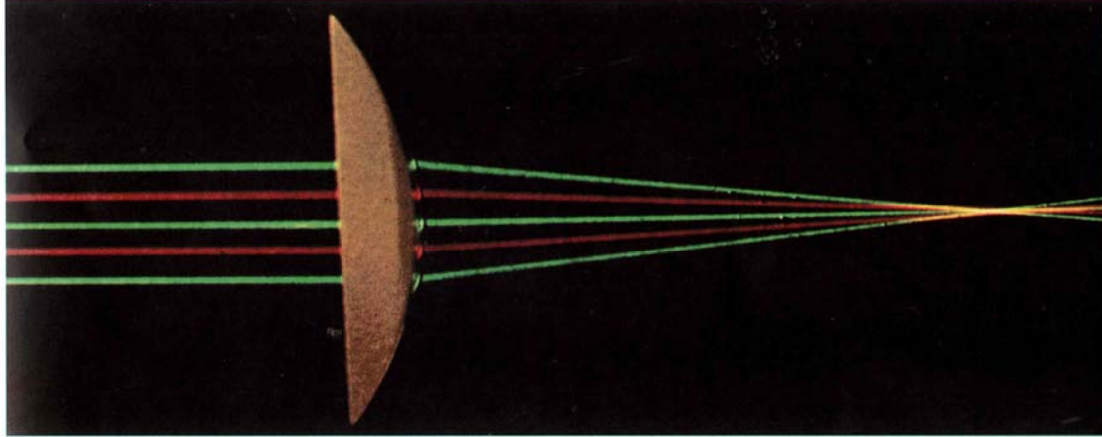
أجهزة البصريات

العين

العين هي جهاز بصري ذو بساطة متميزة، ويتمتع بتكيف ذي ليونة كبيرة.
كيف تعمل العين؟ من الناحية البصرية، العين هي كرة تُعرف بالمقلة. أمام هذه الكرة توجد عدسة محدبة تُعرف بالجليدية. يغلّف قعر الكرة غشاء رقيق وحسّاس هو الشبكية. حتى تتم رؤية شيء ما، يجب على هذا الأخير أن يبعث الضوء أو أن ينشره ويجب كذلك أن يجتاز هذا الضوء العين.



تقوم الجليدية بجمع الأشعة الضوئية المنبعثة من الشيء أو المنعكسة عليه وتحولها إلى صورة لهذا الشيء تتكون على الشبكية. توجد عضلات متخصصة تكيّف (أو تصحح) تقارب الجليديَّة بحيث تصبح الصورة واضحة. تكون هذه الصورة مقلوبة بالنسبة للشيء. تنقل الخلايا الحسَّاسة في الشبكية هذه المعلومات إلى الدماغ. ويقوم هذا الأخير «بتركيب» الرؤية وذلك بتقويم الصور الملتقطة.

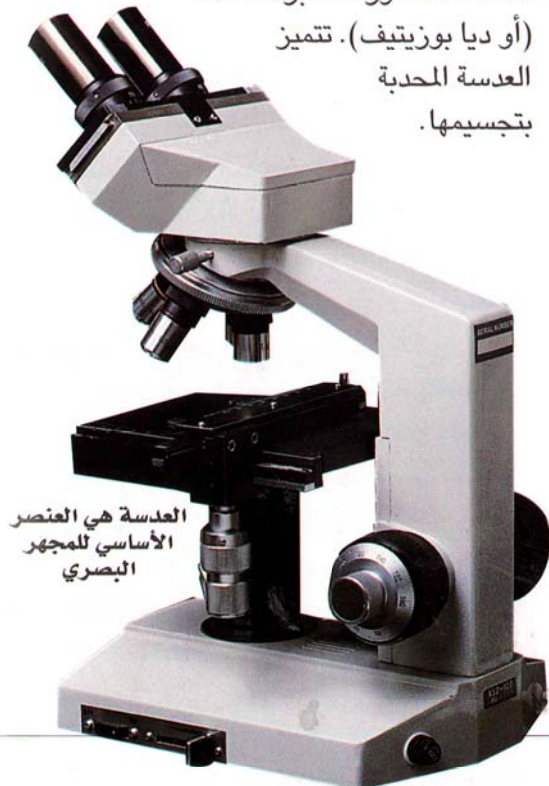


تجمع العدسة المحدَبة أشعة الضوء المتوازية في نقطة واحدة.

انطلاقاً من القوانين الهندسية المتعلّقة **بانكسار الضوء وانعكاسه**، تم اختراع أجهزة بصريات عديدة (عدسة مكبرة، نظارات، مجهر، راصدة أو مقراب أو منظار فلكي،...) لزيادة قدرة الرؤية بالعين المجردة: رؤية الأشياء البعيدة جداً والصغيرة جداً... إن العدسة - سواء أكانت محدّبة أو مقعّرة - هي العنصر الأساسي لكل هذه الأجهزة.
إن هذه القطعة من الزجاج أو من البلاستيك ذات المساحات المعقوفة تغير مسار الأشعة الضوئية التي تمر فيها. إنها تحول الأشعة الضوئية القادمة من شيء معين إلى صورة.

العدسات المحدبة

إن العدسة المحدبة أو المجمّعة هي أكثر سماكة عند المركز منها عند حافتها. العدسة المكبرة هي عدسة محدبة ولها أثر **تقارب**: إنها تجمّع في نقطة واحدة الأشعة الضوئية المتوازية التي تتلقاها.
هناك اختبار بسيط يثبت ذلك: تصل أشعة الشمس بشكل خطوط متوازية. إذا وضعت عدسة مكبرة على مسار هذه الأشعة، فإنَّها تجمعها في بقعة ضوئية صغيرة يمكن رؤيتها على ورقة موضوعة على مسافة معينة. هذه البقعة ما هي إلاَّ صورة الشمس. عندما يوضع شيء على مسافة صغيرة من عدسة محدّبة، تعطي هذه الأخيرة صورة مكبرة لهذا الشيء. وهكذا يُظهر كشاف ضوئي على شاشة الصورة المكبرة لشُفافة (أو ديا بوزيتيف). تتميز العدسة المحدبة بتجسيمها.



العدسة هي العنصر الأساسي للمجهر البصري



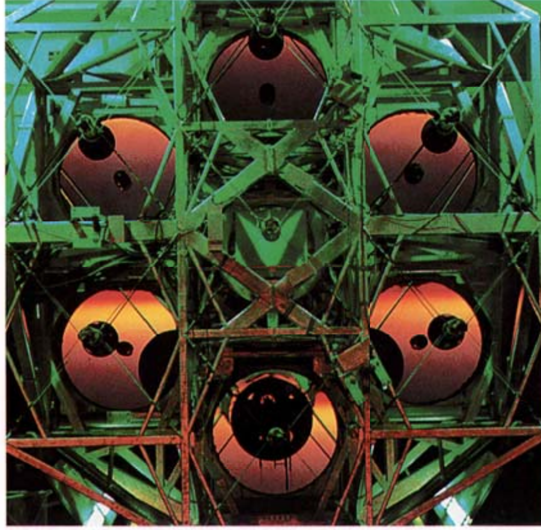
يسمح التلسكوب أو المنظار الفلكي بمشاهدة الكواكب (في الصورة، سديم أو مجموعة نجوم بعيدة)

العدسات المقعّرة

إن العدسات المقعرة هي أقل سماكة في المركز منها عند حافتها. لهذه العدسات التي تعرف أيضاً بالعدسات المفرقة أثر **تباعد**: فعندما تجتازها أشعة ضوئية متوازية فيما بينها، فإنها تتباعد بشكل يجعلها تبدو وكأنّها قادمة من نقطة موجودة خلف العدسة.
إن الناظر الذي يرى شيئاً عبر عدسة مقعرة يرى الصورة أصغر مما هي عليه في الواقع. لا يمكن إسقاط هذه الصورة على ورقة. إنها تتكون في عين الناظر. يقال عندها إن هذه الصورة هي تقديرية.

المجهر

إن المجهر في شكله الأبسط مؤلَّف من عدستين محدبتين متطابقتين: العينية والشبحية.
تتم إضاءة الشيء المرئي إضاءة شديدة ويرى بالشفافية. إن العدسة المحدبة للشبحية تعطي صورة للشيء يتم تكبيرها بواسطة العدسة المحدبة للعينية.
يضاف تجسيم العدستين معاً مما يعطي صورة مكبرة جداً للشيء. منذ اختراعها، حوالى العام 1590 في البلاد المنخفضة، استعملت المجاهر من قبل علماء الاحياء وعلماء الطبيعيات لمعاينة الأشياء الصغيرة جداً.



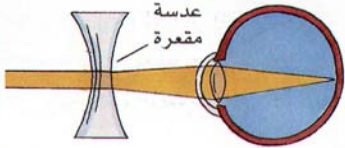
تجمع مرايا هذا التلسكوب الأشعة الضوئية على طريقة العدسات المحدّبة.

الراصدة (المقراب أو المنظار الفلكي)

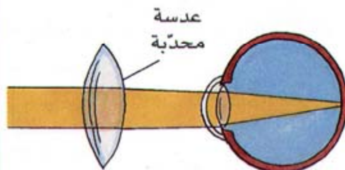
بغية مراقبة السماء، يستعمل الفلكيون المناظر الفلكية. على غرار المجهر، يتكون المنظار الفلكي من شبحية وعينية. الشبحية هي عبارة عن مرآة تنعكس عليها الأشعة الضوئية القادمة من الكواكب. تقوم هذه المرآة بتجميع الأشعة على غرار عدسة محدبة. وتعطي للشيء السماوي المدروس صورة يتم تجسيمها ومراقبتها بواسطة العينية، أو تصويرها في أغلب الأحيان.

كيف يصحّح النظر؟

حتى تكون الرؤية واضحة، يجب أن تتكون صورة الأشياء على الشبكية تماماً. عندما يكون الشخص قصير النظر، فإنه يرى الأشياء البعيدة غير واضحة، ويحدث العكس عندما يكون الشخص طويل النظر. تتكون زجاجات النظارات من عدسات وهي تستعمل لتصحيح هذه الأخطاء.

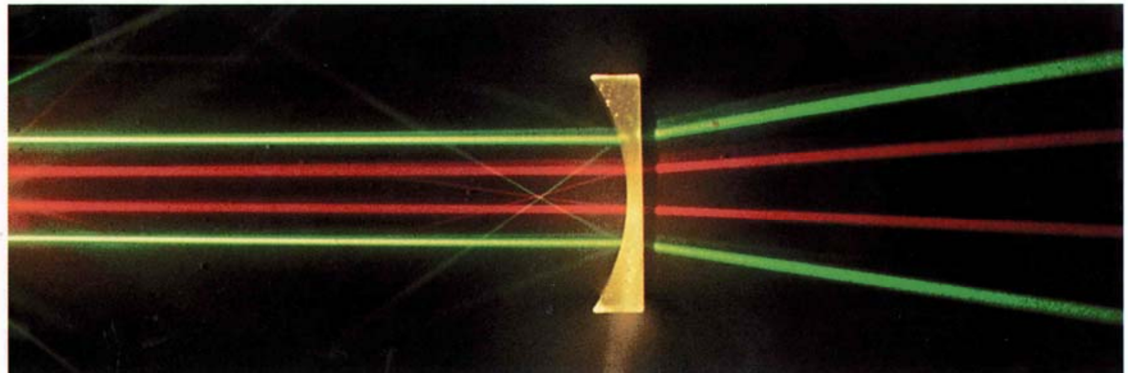


▲ في حالة قصر النظر، تقارب العين الأشعة أكثر من اللزوم فتتكوّن صورة الأشياء أمام الشبكية. يتم تصحيح الرؤية في هذه الحالة بواسطة عدسة مقعرة أي مفرقة، من شأنها أن تمدد مسار الأشعة الضوئية حتى تلتقي على الشبكية.



▲ أما في حالة طول النظر، فإن العين لا تقارب الأشعة بالقدر الكافي. تتكون صورة الأشياء خلف الشبكية.
تقوم عدسة محدبة أي مجمعة بتصحيح خطأ الرؤية وذلك بإرجاع مسار الأشعة الضوئية إلى الشبكية.

تباعد العدسة المقعرة الأشعة الضوئية المتوازية.





سواء أكانت الأَصوات ضعيفة أَو قوية، حادّة أَو خفيضة، طبيعية أَو اصطناعية، فإنَّها تصدر كلها عن ذبذبات تنتشر بشكل موجات. يُعرف الفرع الذي يدرس الأَصوات في علم الفيزياء بعلم الأَصوات.

الأَصـــــوات

- جزيئة: أصغر كمية من مادة نقية، مثل الماء أَو ثاني أوكسيد الكربون. تتكون الجزيئة من تجمع ذرات.
- رنين: اهتزاز جسم على ذبذبة مميزة.
- موجة صوتية: انتشار ذبذبات المادة عبر الفضاء (سلسلة من الانضغاط والتمدد).
- نغمة أَو نبرة: ميزة فارقة للصوت، خاصة بالآلة أَو بالصوت الذي تصدره.
- نمط التذبذب: توزع الذبذبات في جسم صوتي (وتر، عمود الهواء في آلة نفخ موسيقية...).

إن المصادر الصوتية عديدة ومتنوعة. يمكن أن تكون طبيعيةً (صوت الهواء، هدير الأمواج...) أَو حيوانية (تغريد العصافير، زئير الأسد...) أَو اصطناعية (هدير الطائرات، صفير الماكينات...). ولكن مهما كان مصدرها، فإن الأَصوات تُولّد بنفس الطريقة: إنها تنتج عن ذبذبات تنتشر في الهواء بشكل موجات.

الموجة الصوتية

بغية توليد صوت، يجب أن يتذبذب جسم ما. عند قرع الطبل، يهتز غشاؤه فتندفع **جزيئات** الهواء المحيطة به على وتيرة الذبذبات: إنها تتعرَّض لاختلاف في الضغط أي لحركات انضغاط (ضغط مرتفع) وتمدد (ضغط منخفض).

تنتقل هذه الحركات من جزيئات إلى أخرى، فتؤدي إلى انتشار **موجة صوتية** على غرار كل الموجات (انظر صفحة 32 – 33)، تتميَّز الموجة الصوتية بذبذبتها وطولها. إن الذبذبة هي عدد دورات الانضغاط والتمدد في الثانية الواحدة وهي تُقاس بالهرتز (Hz). أما طول الموجة فهو المسافة بين انضغاطين وهو يقاس بالمتر (m). تمتاز الموجة المنخفضة الذبذبة بطول موجة كبير. وهي تعطي صوتاً خفيضاً. أما الموجة ذات الذبذبة المرتفعة فلها طول موجة قصير وهي تعطي صوتاً حاداً. أما بالنسبة لشدة الصوت (أي قوته) فهي تُقاس بالدسيبل (dB).

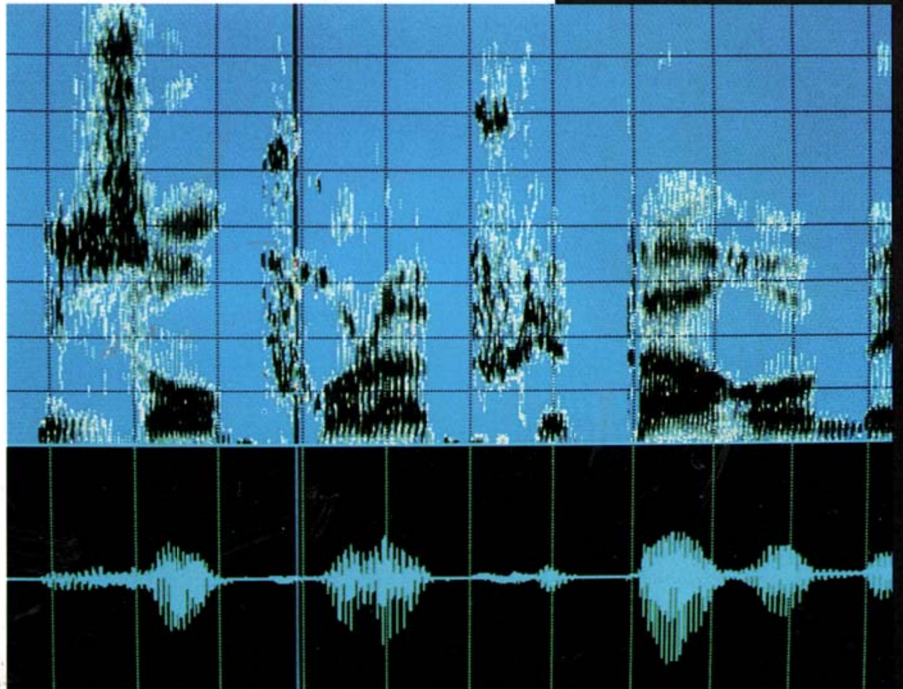
انتشار الصوت وسرعته

ينتشر الصوت كالضوء بشكل موجات، لكن يوجد بينهما فارق هام: بإمكان الضوء أن ينتشر في الفراغ في حين أن الصوت هو اهتزاز بحاجة لمحيط مائع (غاز أو سائل) حتى ينتقل.

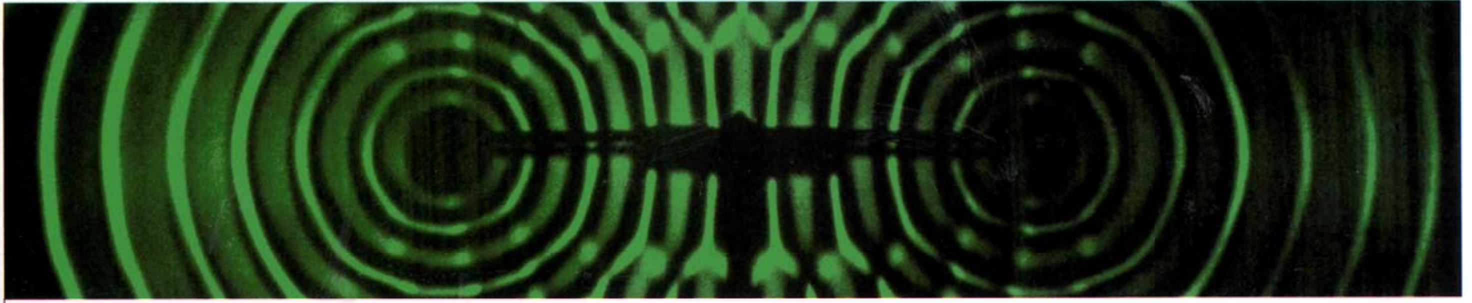
ترتبط سرعة الصوت بالمحيط الذي يتنقل فيه. في الهواء، ينتشر الصوت بسرعة وسطية تعادل 330 متراً في الثانية. عندما تتعدّى الطائرة هذه السرعة، فإنها تطير أسرع من الصوت الذي تحدثه: لذلك نراها قبل أن نسمعها: عندها نقول إنها اخترقت جدار الصوت.

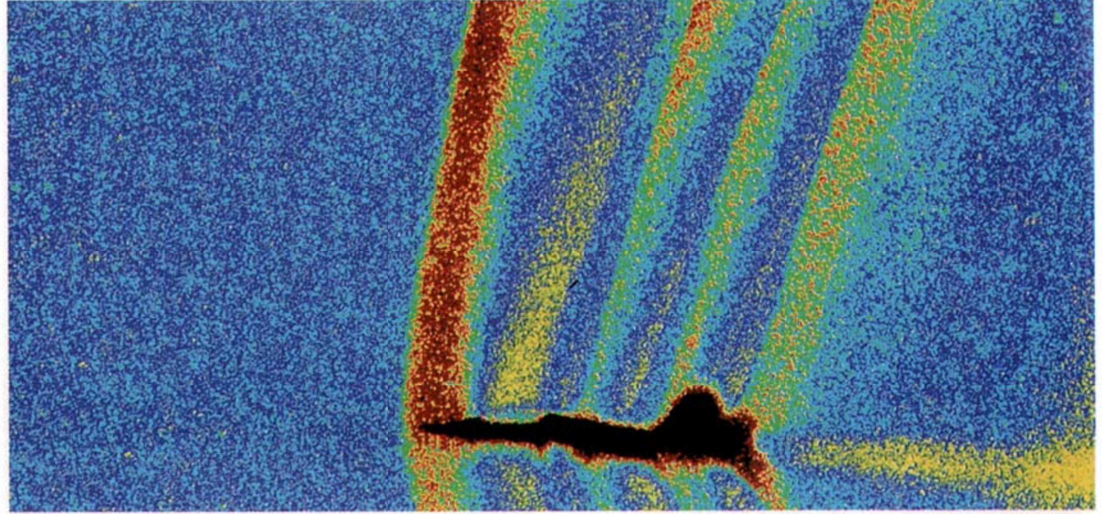
في الماء، ينتقل الصوت بسرعة تفوق أربع مرات سرعته في الهواء (1460 متراً في الثانية). ففي الواقع، إن جزيئات الماء هي أقرب لبعضها من جزيئات الغاز ولذلك فهي تنقل الاهتزاز الصوتي بشكل أسهل.

كما أن سرعة الصوت في محيط ما تتعلّق بدرجة الحرارة. كلما كان المحيط ساخناً، كلما ارتفعت سرعة الصوت فيه.



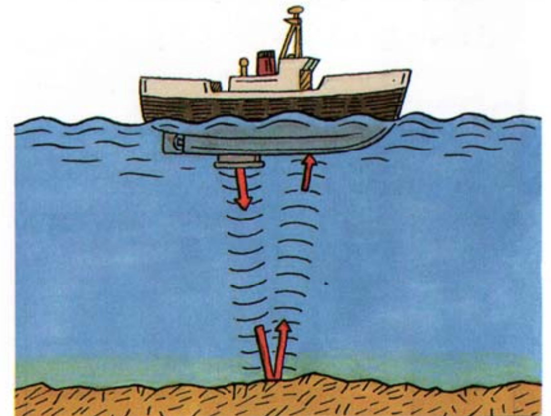
► بالإمكان تسجيل كل الأصوات ثم تحليلها على هذا الشكل (صورة طيفية).


إظهار موجتين صوتيتين


يظهر الحاسب الآلي بالألوان الموجات الصوتية الناتجة عن عبور طائرة جدار الصوت.

الصدى

إن الموجات الصوتية، كالموجات الضوئية، يمكن أن تنعكس على سطح؛ إنها ظاهرة الصدى. بإمكان الحائط، أو المغارة، أو مجال مقفل أن يرد صوت شخص يتكلم بقوة أو يصرخ أو يغني.
إن صدى الموجة الصوتية يستعمل في الملاحة في جهاز يُعرف «بالسونار». يكشف هذا الجهاز وجود الأشياء تحت الماء بواسطة أصوات ذات ذبذبات مرتفعة (تعرف بالأصوات الفوقية) يبثها تحت الماء ويتلقى صداها. عندما تصطدم هذه الأصوات الفوقية المرسلة من جهاز إرسال خاص بعائق (الأرض مثلاً) فإنها تنعكس ويلتقطها جهاز استقبال. بالإمكان استنتاج العمق بواسطة مدة رد الصدى. يستخدم السونار كذلك لتحديد موقع الغواصات أو حطام السفن الغائرة في أعماق البحار.


◄ يرسل السونار موجات صوتية فوقية ترتد عند اصطدامها بالعمق البحري. مما يسمح للحاسب الآلي باستنتاج مقدار العمق.

الرنين

كل جسم يهتز بذبذبة معينة هي ذبذبته الخاصة والتي تعرف كذلك «بذبذبة الرنين»، فإذا بث صوت على هذه الذبذبة قرب الجسم، يمتص هذا الأخير طاقة الموجة الصوتية ويبدأ بالاهتزاز تلقائياً؛ إنها ظاهرة **الرنين**. هناك مثل معروف جداً يوضح هذه الظاهرة: إذا اقترب صوت مطرب من ذبذبة الرنين لزجاج موضوع بقربه، فإن الزجاج يبدأ بالاهتزاز ويمكن كذلك أن يتحطم.

سلم الدسيبل

تقاس شدة الصوت (أو قوته) بالدسيبل. يمكن تصنيف الأصوات وفقاً لترتيب متزايد على جدول يمتد من صفر دسيبل حتى 200 دسيبل.
بإمكان الأذن البشرية أن تسمع الأصوات اعتباراً من صفر دسيبل. تعرف هذه القيمة بعتبة قابلية السماع. وإذا كان الصوت أضعف من هذه العتبة، لا يمكن سماعه. وإذا تعدت الأصوات 130 دسيبل، (إقلاع طائرة على سبيل المثال) فإن الأصوات تولد شعوراً مؤلماً. عندها تصل الأصوات إلى عتبة الألم. إن الأصوات الأكثر شدة هي مؤذية للأذن.
▼


حوالى 150 دسيبل


حوالى 130 دسيبل


حوالى 95 دسيبل


حوالى 70 دسيبل


حوالى 50 دسيبل


حوالى 20 دسيبل


حوالى 2 دسيبل


آلة نفخ موسيقية : الكلارينيت

الأصوات والآلات الموسيقية

أنماط اهتزاز وتر

عندما يتعرَّض وتر معدني مشدود للاحتكاك بواسطة قوس، فإنه يبدأ بالاهتزاز بأكمله في هزَّة واحدة. يكون عندئذ الصوت الناتج هو الأجهر بالنسبة للأصوات التي يمكن للوتر أن يصدرها: إنه الصوت الأساسي. يحدد عدد الاهتزازات في الثانية قيمة الذبذبة الأساسية أو نمط الاهتزاز الأساسي.

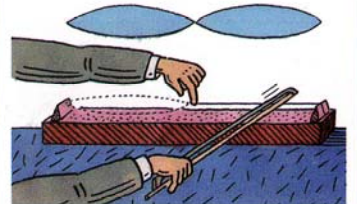
▼



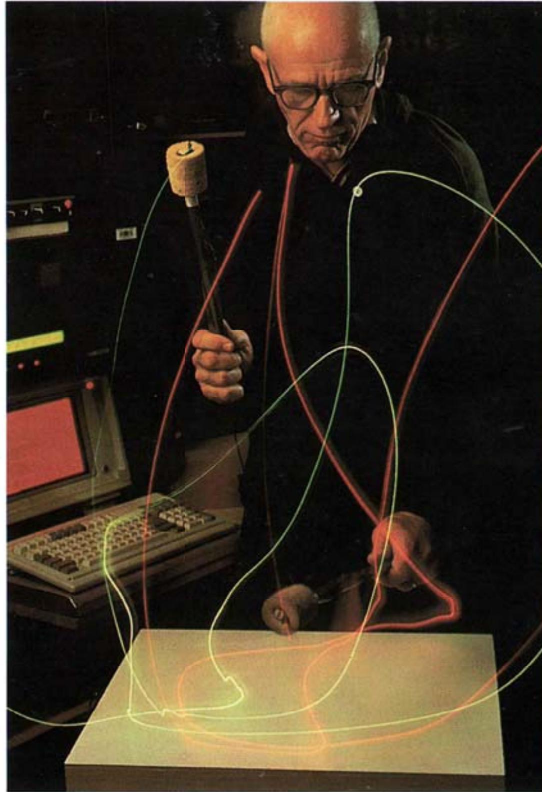


وإذا لمسنا قليلاً وسط الوتر خلال احتكاكه بواسطة القوس، فإنه يهتز في جزأين. ويكون الصوت المنبعث أكثر حدّة، وتكون ذبذبة الصوت المنبعث أكبر من السابق، وتساوي ضعف الذبذبة الأساسية.

▼



وهكذا باستطاعة الوتر الاهتزاز وفقاً لانماط اهتزاز مختلفة، فيبعث ذبذبات مرتفعة أكثر وأكثر، تُعرف «بالذبذبات التوافقية» في الموسيقى.


يستعمل هذا المؤلف الموسيقي التقنية لصياغة «مواد موسيقية».

إن هزيز الهواء هو مزيج من الأصوات المختلفة التي تطرأ وتختفي دون أن تتكرر ويصعب على الأذن أن تميز بينها. وخلافاً لذلك، يظل صوت آلة موسيقية معينة مشابهاً لنفسه خلال فترات طويلة: يمكن للأذن أن تتبعه حتى عندما لا تعزف الآلة لحناً معيناً. إن الصوت، خلافاً للضجة، يتكرَّر في مسافات منتظمة: إنه معقد لكن بالإمكان تحليله إلى اهتزازات بسيطة. من بين المصادر الصوتية، تأخذ آلات الموسيقى مكاناً مميزاً. إنها تشكِّل نموذجاً يسمح لرجال العلم بدراسة الأصوات، وقد سمحت بتحديد الفكرة الهامة المتعلقة **بنمط الاهتزاز**.

نغمة الآلة الموسيقية

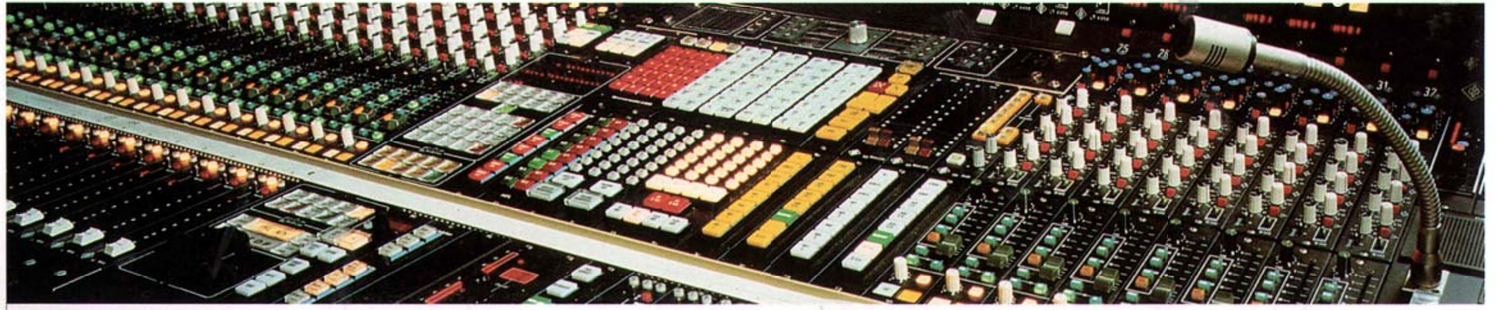
في آلة موسيقية وترية، كالغيتار، لا تهتز الأوتار بنفس الطريقة دائماً: إنها تهتز في نفس الوقت وفقاً لعدة أنماط اهتزاز. الصوت الأساسي لآلة يتطابق مع ما يسمى «نمط الاهتزاز الأساسي»، أما بقية الأصوات فتتطابق مع أنماط أعلى للاهتزاز. (انظر النص المقابل في الهامش). مع كل نمط اهتزاز تتطابق ذبذبة. يحدد خليط الذبذبات **نغمة** الآلة. لذلك نرى أن صوت الكمان يختلف عن صوت الغيتار. كل الآلات تبث اهتزازات. تهز الآلات الوترية أوتاراً، أما آلات النفخ فإنها تهز أعمدة الهواء الموجودة في الأبواق. إن هذه الأعمدة، كالأوتار، تمتلك أنماط اهتزاز مختلفة تتطابق معها ذبذبات مختلفة.

الطرق المختلفة لإصدار الأصوات الموسيقية

تتكوَّن الآلات الوترية من أوتار مشدودة على صندوق يرن لتضخيم الأصوات، ويعرف بصندوق الرنين. خلال العزف على الغيتار أو على القيثارة، فإن العازف ينقر الأوتار. أما خلال العزف على الكمان أو على الكونترباس، فإنه يحكها بواسطة القوس. بالإمكان الضرب على الأوتار بواسطة مطارق تشغلها مجموعة ملامس كما هي الحال بالنسبة للبيانو.

بالنسبة لآلات النفخ البسيطة مثل المزمار، ينتج عمود الهواء من نَفَس العازف. بالنسبة للأرغن الذي يتألَّف من مئات الأبواق، تقوم منافخ قوية بإرسال الهواء الضروري. يمكن أن يكون مستودع الهواء عبارة عن كيس أو عن منفاخ يحركهما الموسيقي، كما هي الحال في الأكورديون.

بعض الآلات الموسيقية الأخرى، مثل الطبول، تتكون من جلد رقيق ومطّاط يهتز على صندوق



بفضل منضدة المزج، بالإمكان دمج أصوات آلات مسجلة بشكل منفصل



التأكد من جودة سمّاعة.

رنين. وأخيراً، هناك عائلة خاصة تضم الآلات ذات الصفائح المهتزة مثل الخشبية والرنّانة والآلات ذات الأجسام الصوتية التي تطرق بعضها ببعض مثل الصنوج والصناجات والأجراس.

تسجيل الأصوات

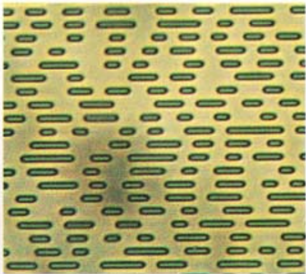
تسجيل الأصوات يعني تحويل الاهتزازات الصوتية (طاقة ميكانيكية) إلى إشارة كهربائية يمكن تخزينها في الذاكرة واسترجاعها في أي وقت. تبدأ سلسلة التسجيل بالميكروفون. يتكوّن هذا الجهاز من غشاء حساس يهتز مع الموجات المُستقبَلة، وهو يحوِّل الصوت إلى إشارة كهربائية. بعد ذلك تخزن هذه الإشارة الكهربائية على أسطوانة فينيل بشكل ثلم: إنه التسجيل التماثلي. ويكون الثلم أكثر عمقاً وأكثر عرضاً كلما زادت شدة الاهتزاز. أما بالنسبة للقرص المدمج، فإن الإشارة الكهربائية تتشفر بشكل تجويفات صغيرة جداً: إنه التسجيل الرقمي (انظر النص المقابل في الهامش). وعندما تُخزَّن الإشارة الكهربائية في الذاكرة بهذه الطريقة، يصبح بالإمكان بعد ذلك إرسال الإشارة الكهربائية إلى مكبِّر الصوت في السمّاعة الصوتية حيث يتحوَّل إلى صوت.

دراسة اهتزازات أجزاء الكمان.



تسجيل الأقراص المدمجة

في هذه الصورة المكبّرة جداً لقطعة من قرص مدمج، نرى تجويفات مجهرية. إنها تمثِّل الأصوات.

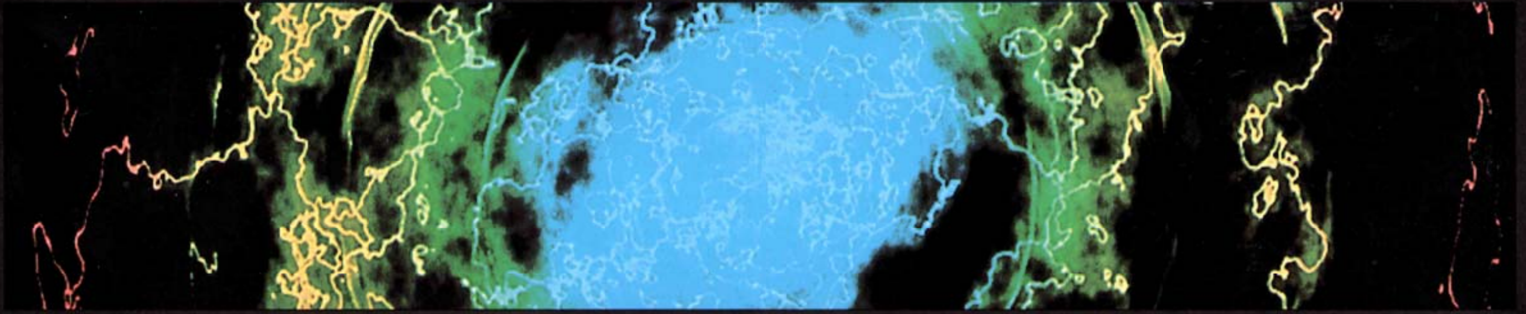


خلال التسجيل، تكون الأصوات في الواقع مشفَّرة بشكل متواليات من عددي 0 و1 (تعاقب رقمي) تحتوي على كل مميزات هذه الأصوات.

هذا ما يعرف بالتسجيل الرقمي. يتم حفر هذه التعاقبات الرقمية على سطح القرص بشكل تجويفات مجهرية. يُغطَّى القرص المدمج بطبقة رقيقة من الألومنيوم العاكس. عندما يدور القرص في المقرأة، تنعكس حزمة الليزر من رأس المقرأة نحو عنصر يقوم بكشف سلسلة التجويفات ويولِّد إشارات كهربائية. يجري بعد ذلك فك تشفير الإشارات الكهربائية ثم تحويلها إلى أصوات بواسطة مكبرات للصوت. تكون الأصوات الناتجة على قدر كبير من الجودة.

مكـــوّنـــات



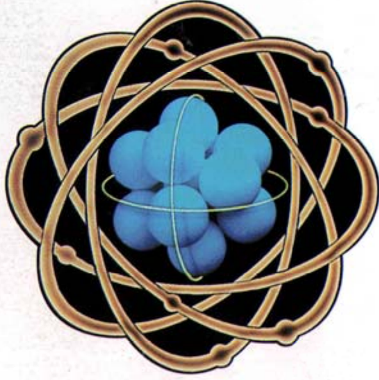


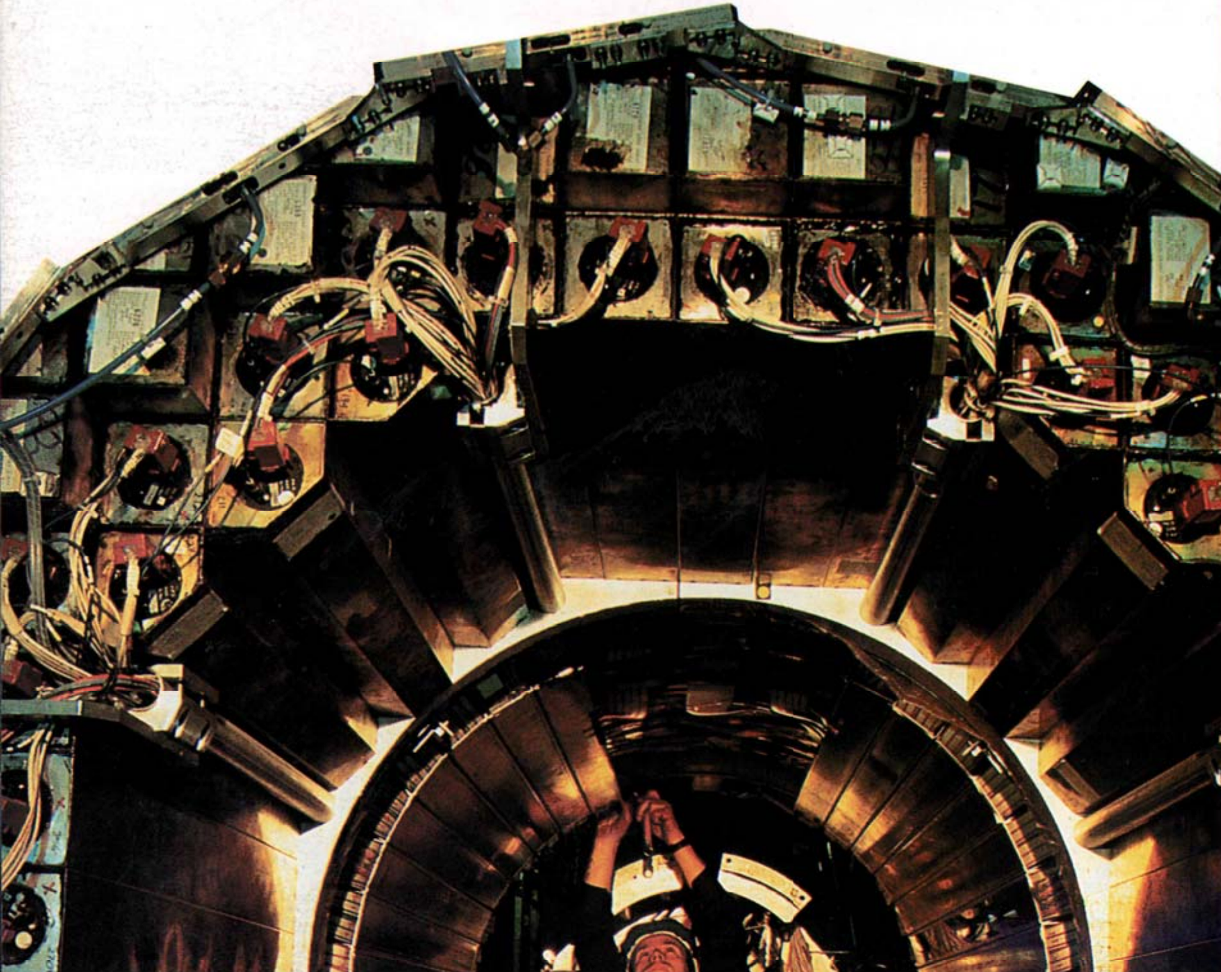






المـــــادّة







يمكن أن تكون الأَجسام في حالة جامدة أو سائلة أَو غازية. يفسّر علماء الفيزياء وكذلك علماء الكيمياء ذلك بأحداث يمكن أن تطرأ بين الجسيمات غير المرئية التي تتكوّن منها المادّة.

حـــالات الـمـــادّة

لا يحتاج عالم الفيزياء الذي يصف سقوط جسم ما إلى تحديد ما إذا كان هذا الجسم من الصوان أو من الحديد أو من الرصاص لأن قوانين الفيزياء تنطبق على كل الأشياء المادية. كما أنه عند دراسته لقوة الدفع التي يركّزها سائل على جسم غائص فيه، لا يحدد عالم الفيزياء ما إذا كان السائل ماء أو زيتاً أو كحولاً.

في المقابل، يهتم عالم الكيمياء بالمادة التي يتكون منها الجسم. فهو يريد أن يعرف إذا كان المعدن نقياً أو إذا كان يحتوي على شوائب. إنه يهتم بطريقة صنع الكحول أو الزيت. إن علمي الفيزياء والكيمياء اللذين يبدوان مختلفَيْن للوهلة الأولى يسعيان إلى إيجاد القوانين العامة للطبيعة، التي تصحّ للأشياء المادية كما للجسيمات غير المرئية التي تتكون منها هذه الأشياء.

تظهر المادّة في حالات ثلاث: الحالة الجامدة، الحالة السائلة والحالة الغازية.

يمكن أن يكون نفس الجسم جامداً (الثلج) وسائلاً (الماء) وغازياً (بخار الماء). إنه لا يغير طبيعته لكن تركيبه الداخلي لا يكون نفسه في كل الحالات. ما الفرق بين حالات المادّة الثلاث؟



جسم جامد متبلّر، الهيماتيت.

الجماد

للأَجسام الجامدة شكل ثابت وهي صلبة إلى حد ما بحيث تقاوم التأثيرات المشوّهة. هذه الصلابة هي نتيجة لتركيبها الداخلي: فللجسيمات التي تكونها وضعية ثابتة بفضل قوى هي «**قوى التماسك**» التي تجمعها. غير أن هذه الجسيمات تقوم بحركات اهتزاز ضعيفة حول وضعها. عندما يسخن الجسم الجامد، تتزايد هذه الحركات إلى أن ترتخي الصلابة: عندها يذوب الجسم الجامد.

هناك نوعان من الأَجسام الجامدة: البلورات **والأجسام غير المتبلرة**.

في **البلورة** مثل الهيماتيت، تنتظم الجسيمات في تركيب منظم (يعرف **بالشبكة المتبلرة**) وفقاً لنموذج هندسي (يعرف **بالحلقة**) يتكرر بانتظام في كل الجسم الجامد. يحدد الشكل الهندسي للحلقة شكل



السائل (هنا الزيت) ليس له شكل محدد.

- **بلَور: جسم جامد يتكون من جسيمات مرتبة في نسيج منتظم.**
- **تبخّر: انتقال جسم من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية.**
- **تجمّد: انتقال جسم من الحالة السائلة إلى الحالة الجامدة.**
- **تكثيف: انتقال جسم من الحالة الغازية إلى الحالة الجامدة.**
- **تصعيد: انتقال مباشر للجسم من الحالة الجامدة إلى الحالة الغازية.**
- **تمييع: انتقال الجسم من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة.**
- **جسم غير متبلّر: جسم جامد يتكون من جسيمات غير منضدة بشكل منتظم.**
- **ذوبان: انتقال الجسم من الحالة الجامدة إلى الحالة السائلة.**
- **حلقة: وضع هندسي للجسيمات يتكرر بانتظام في تركيب البلور.**
- **شبكة متبلرة: وضعية منتظمة للجسيمات داخل البلَور.**
- **قوة التماسك: قوة تجاذب تؤثّر محلياً بين الجسيمات التي يتكون منها الجسم نفسه.**



صخور، حمم وأبخرة: ثلاث حالات للمادة

البلور. في المقابل، لا تكون الشبكة منتظمة في الأجسام غير المتبلرة، فالجسيمات ليست منتظمة: يمكن للجسم الجامد أن يأخذ أشكالاً متعددة.

السوائل

لا تتميز السوائل بشكل محدد: إنها تأخذ شكل الوعاء الذي يحتويها. إلاّ أن الجسيمات تبقى قريبة من بعضها البعض: فهي تتماسك بفعل قوى تماسك تكون أضعف من تلك القوى في الأجسام الصلبة. وهكذا يُضغَط معظم السوائل بصعوبة. في المقابل، وتحت تأثير ارتفاع درجة الحرارة، تبتعد الجسيمات عن بعضها مما يؤدي إلى تمدد السائل. يكون التمدد متناسباً مع درجة الحرارة. تستعمل هذه الميزة في موازين الحرارة: كلما ارتفعت درجة الحرارة، كلما تمدّد الزئبق السائل الموجود في الداخل فيعلو في الأنبوب.

الغازات

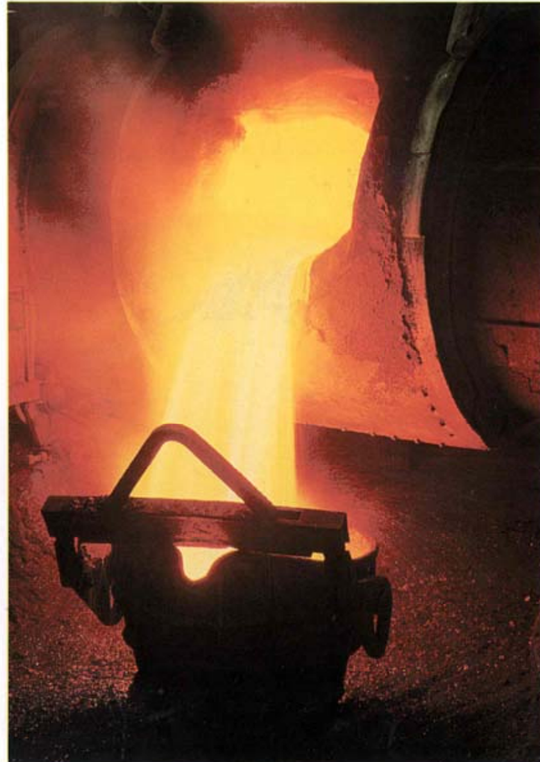
إن الغازات، كالسوائل، لا تتميز بشكل خاص بها، لكن خلافاً للأجسام الجامدة والسائلة، لا توجد فيها قوى تماسك تمنع الجسيمات التي تكونها من الابتعاد عن بعضها البعض. يتمدّد الغاز إذن بشكل لا محدود إلى أن يحتل كل المجال الممكن. وعلى العكس، بالإمكان ضغط الغاز بسهولة. إنه يركز عندئذٍ ضغطاً على جوانب الوعاء الذي يحتويه. وهكذا بالإمكان حصر كمية كبيرة من الغاز في زجاجة صغيرة ذات جوانب صلبة. ينتج ضغط الغاز عن اصطدام جسيماته بجدران الوعاء. وفي الواقع، تتحرَّك هذه الجسيمات بشكل عشوائي في كل الاتجاهات وبسرعة كبيرة.

تغيرات الحالة

تذوب قطعة من الثلج إذا سُخِّنَت. وعلى العكس، يصبح الماء الموضوع في الثلاجة ثلجاً. يتبخر الماء الموضوع بكمية قليلة في صحن تحت الشمس ويختفي بعد فترة من الوقت. تثبت هذه الأمثلة أن التغيير في درجات الحرارة، الذي يُترجم بزيادة اضطراب الجسيمات أو نقصانه، ينقل الجسم من حالة إلى حالة.

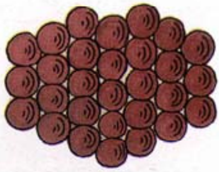
بالذوبان ينتقل الجسم من حالة الجماد إلى الحالة السائلة. ويعرف التحول المعاكس **بالتجمد**.
و**بالتبخر** ينتقل الجسم من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية. ويعرف تغير الحالة المعاكس **بالتمييع**. و**بالتصعيد** ينتقل الجسم من حالة الجماد إلى الحالة الغازية، والتغيير المعاكس يعرف **بالتكثيف**.

على درجة حرارة مرتفعة، يغير المعدن حالته الفيزيائية: إنه يذوب.

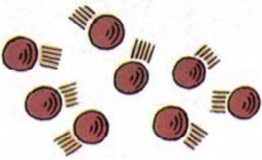


جماد، سائل، أو غاز؟

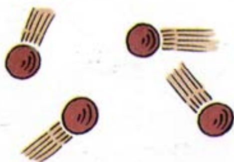
إن حالة الجسم تتوقف على وضعية الجسيمات التي تكونه بالنسبة لبعضها البعض وكذلك على حركتها.



▲ في حالة الجماد، تكون الجسيمات في تماس وثيق، غير متحرِّكة تقريباً، مضغوطة بعضها على بعض.



▲ في الحالة السائلة، تتمكن الجسيمات من التحرك على مسافة محصورة لكنَّها تظل قريبة بعضها من بعض.



▲ في الحالة الغازية، تستطيع الجسيمات التحرك في كل المجال المتاح لها وهي تقوم باستمرار في حركة جماعية غير منتظمة.



تتكوَّن الأَجسام من ذرّات يمكن أن تتّحد فيما بينها لتشكِّل جزيئات. هذه الذرّات هي حبيبات صغيرة جداً من المادّة، تتكوّن من جسيمات أكثر صغراً.

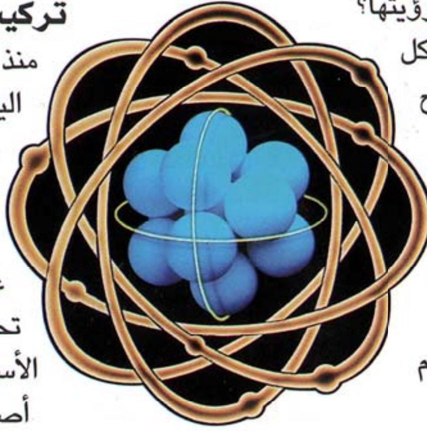
الـــذرّات

- إشعاعية (أو النشاط الإشعاعي): إرسال إشعاعات من قِبل نواة الذرات غير الثابتة.
- إلكترون (كهيرب): جسيم من الذرة يحمل شحنة كهربائية سالبة.
- بروتون (اويل): جسيم من نواة ذرَّة يحمل شحنة كهربائية موجبة.
- جزيئة: أصغر كمية مادة نقية، مثل الماء أو ثاني أوكسيد الكربون. تتكون الجزيئة من تجمع ذرَات.
- ذرَة: أصغر كمية مادة. تصل أبعادها إلى رتبة جزء من عشرة ملايين من المليمتر.
- عنصر: مادة أساسية تدخل في تركيب كل الأَجسام. يتكون العنصر من نوع واحد من الذرَات.
- كوارك: جسيم يكوّن تجمعه البروتونات والنوترونات.
- نوترون (كهيرب محايد): جسيم في نواة الذرَة لا يحمل شحنات كهربائية.
- نوكليون (نويَة): اسم مشترك يعطى للبروتون والنوترون، وهما مكونا نواة الذرَة.

ما هي أصغر كمية مادة يمكن رؤيتها؟ بالإمكان سحق حبة كبريت بشكل ناعم ورؤيتها في المجهر. يتضح عندئذٍ أن حبة الكبريت هي نفسها مكوّنة من وحدات أكثر صغراً، تعرف ببلورات الكبريت. بالإمكان إعادة العملية عدّة مرّات. ينتهي بنا الأمر إلى عدم التمكن من تقسيم المادّة أكثر من ذلك.

الجزيئات

يوجد حولنا عدد لا يحصى من أشكال المادّة: الهواء، الماء، المعادن، الخشب، السكر، إلخ... إن تنوع المادّة يتلاقى مع تنوع **الجزيئات**، انطلاقاً من جزيئات الغاز البسيطة (مثل الأوكسجين) وصولاً إلى الجزيئات الأكثر تعقيداً (مثل جزيئات الدم)، التي تشكّل الكائنات الحية. إلا أن الجزيئة ليست أصغر كمية مادة، إنها نفسها تتكون من تجمع **ذرّات**.



التصوير التقليدي للذرّة: النواة (باللون الأزرق)، الألكترونات ومساراتها (باللون الأصفر).

تركيب الذرَّة

منذ العصور القديمة، تخيل العالم اليوناني ديمقريطس وجود جسيمات صغيرة جداً من المادّة لا يمكن تقسيمها. أطلق عليها اسم «ذرّات». وأبقى العلم الحديث على نفس التسمية وأعطاها تحديداً أدق. الذرَّة هي الحُبَيْبَة الأساسية التي تكوّن المادّة، أي أنها أصغر كمية مادة.

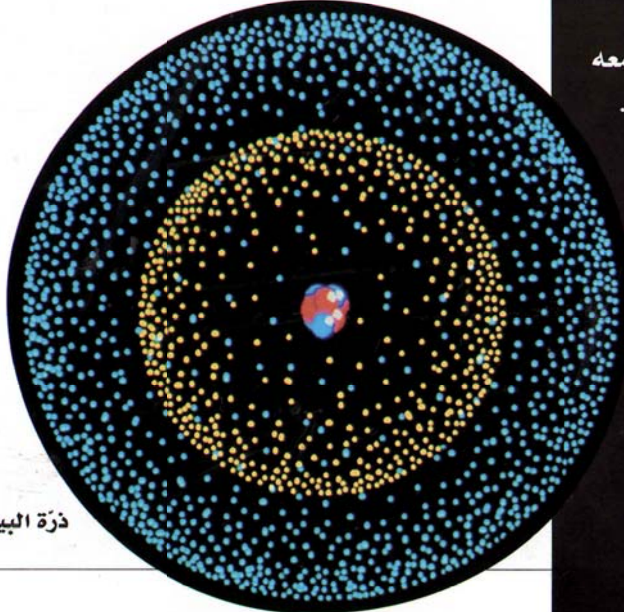
ليس من الممكن «رؤية» الذرّات لكن وجودها قد أثبتته تجارب كثيرة جداً.

وإذا كان تنوع الجزيئات لا حدود له تقريباً، فإن تنوع الذرّات محصور. المادّة هي حصيلة ذرّات تعود لحوالى مئة **عنصر** كيماوي (انظر صفحة 60 – 61).

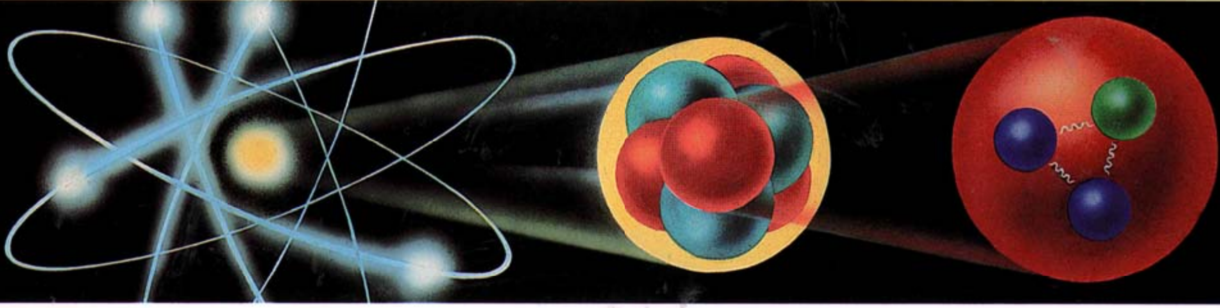
للذرّات جميعها نفس التركيب: نواة مركزية (نواة الذرَّة)، مُصْمَتَة وحاملة شحنات كهربائية موجبة، محاطة **بإلكترونات** وهي جسيمات أقل وزناً من النواة بكثير، وتحمل شحنات كهربائية سالبة. الإلكترونات هي في حركة سريعة جداً وهي تشكّل غيمة حول النواة إذا صح القول.

عام 1913، أقام الفيزيائي الدانمركي نيلز بور (1885 – 1962) مقارنة بين الذرَّة والنظام الشمسي: تأخذ النواة مكان الشمس، وتأخذ الإلكترونات مكان الكواكب التي تدور على مداراتها (أو مساراتها) الخاصَّة.

إن كتلة الذرَّة بأكملها تقريباً تتجمَّع في نواتها الثقيلة: أما حجمها فهو عملياً فارغ. وهكذا فإذا كان قياس نواة ذرَّة الهيدروجين يعادل قياس كرة



ذرّة البيريليوم كما تبدو صورتها في الحاسب الآلي.



تتألف الذرّة من نواة تضم هي الأخرى جسيمات أولية

الطاولة، على سبيل المقارنة، فإن الإلكترون الصغير جداً التابع لها يكون موجوداً في مكان ما على بعد 500 متر من هذه الكرة.

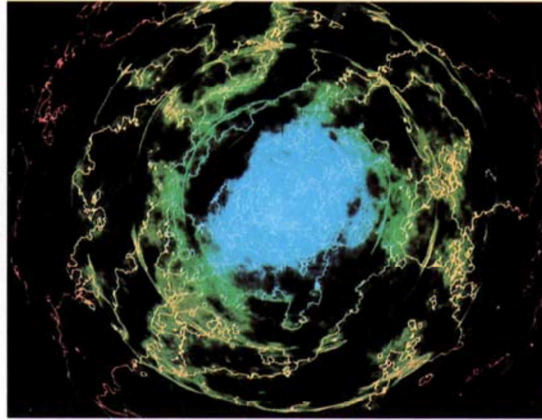
نواة الذرَّة

تتكون نواة الذرَّة من نوعين من الجسيمات: **البروتون** (أويِّل) **والنوترون** (كهيرب محايد) وهي تعرف كذلك **بالنوكليون** (نويّة). يحمل البروتون شحنة كهربائية موجبة تساوي الشحنة السالبة التي تحملها الإلكترونات الدائرة حول النواة. أما النوترون فهو محايد كهربائياً.

تتميز كل نواة بمعطيين: شحنتها وكتلتها. تساوي شحنتها (Z) عدد البروتونات الموجودة في النواة. أما كتلتها (A) فهي تساوي كتلة كل النوكليون الموجودة في النواة.

دراسة الجزيئات والذرّات

تحوز الجزيئات والذرّات على اهتمام علماء الفيزياء والكيمياء معاً. لهذا السبب يعتبر علما الفيزياء والكيمياء علمي المادّة. يدرس الفيزيائيون حالات المادّة أو مظهرها (صلابتها، لونها...)، وخصائص الجزيئات وتجمّعها في الأجسام. يراقب علماء الفيزياء أيضاً تركيب الذرّات ويثبتون أيضاً أن النوى الخاصة بهذه الذرّات هي نفسها مكونة من



تصوير حركة الألكترونات حول نواة ذرّة (هنا ذرّة الهليوم).

جسيمات متجمعة (انظر صفحة 50 – 51).
أما علماء الكيمياء فإنَّهم يدخلون إلى تركيب الجزيئة ليفهموا كيفية ترابط الذرّات فيما بينها. إنهم يفسِّرون خصائص الجزيئات انطلاقاً من الطريقة التي تتركّب فيها الذرّات.

من الجزيئة إلى النواة الذرية

تتكون الجزيئة من ذرّات (1).
أما الذرَّة نفسها فتتكوَّن من نواة محاطة بإلكترونات (2). بالإمكان تقسيم هذه النواة إلى نوترون وبروتون (3). إذا انطلقنا من الجزيئة إلى نواة الذرَّة، نجد أن كل جسيم هو أصغر بحوالى مئة مرة من الجسيم الذي يسبقه.

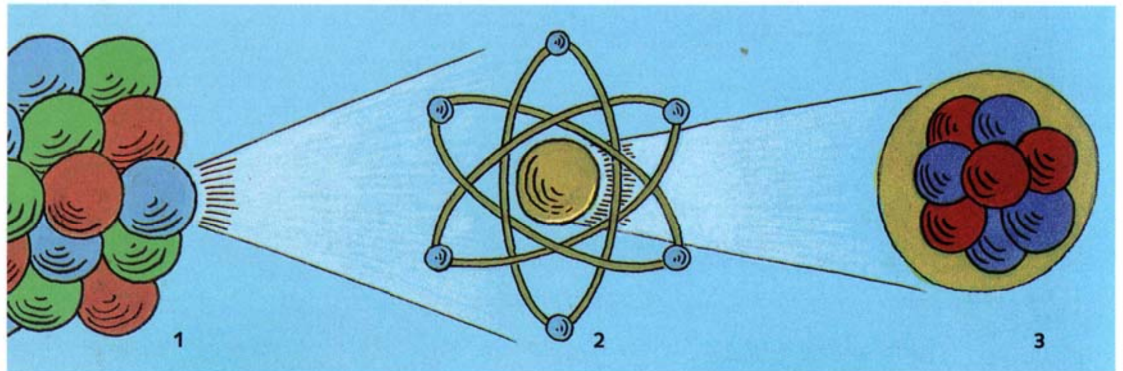
ديمقريطس وأول نظرية ذرّية

«تتكون المادّة من عدد لا يحصى من الجسيمات الصغيرة، غير المرئية، الدائمة والتي لا تتجزأ. يتكون العالم المرئي من تجمّع ذرّات غير مرئية».

هذه هي فكرة اليوناني ديمقريطس (نحو سنة 460 ـ نحو سنة 370 قبل الميلاد). تعتبر هذه الفكرة أول نظرية ذرّيّة؛ إنها ترتكز على حجج بارعة، وقد كان لها أثر كبير وألهمت العديد من العلماء فيما بعد.



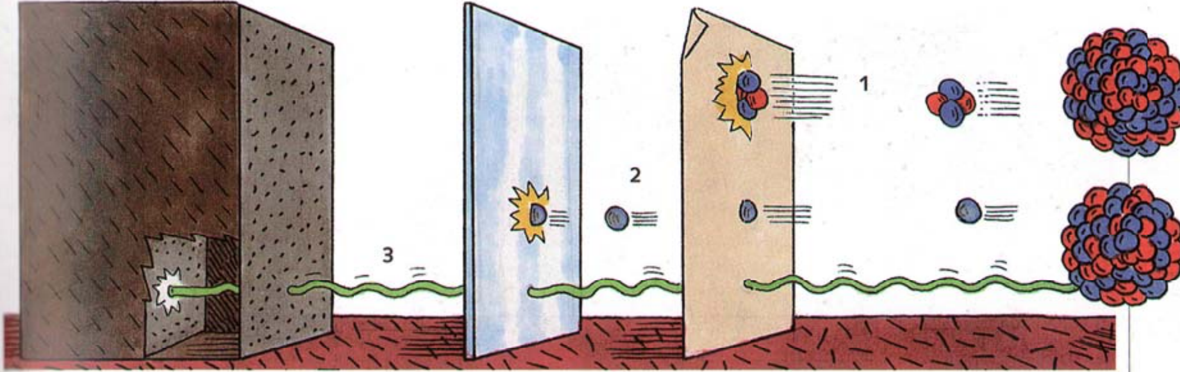
إلاّ أن الباحثين مثل البريطاني أرنست راذرفورد (1871 - 1937) لم يثبتوا وجود الذرَّة بواسطة تجارب إلاَّ في القرن العشرين. كما أن العلم الحديث أوضح تركيب الذرّة. وظهر هذا التركيب أكثر تعقيداً مما تخيله ديمقريطس.





داخل هذا المفاعل النووي تجري تفاعلات الانفصام

الـذرّات غير الثـابتـة والنشـاط الإشعـاعـي

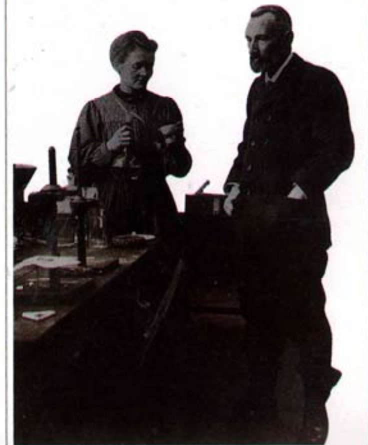


النشاط الإشعاعي (أو الإشعاعية)

تتفكك نوى الذرّات غير الثابتة مرسلة جسيمات أو إشعاعات. تتألّف أشعة ألفا (1) من نوى الهليوم وهي قليلة الاختراق ويمكن إيقافها بواسطة قطعة من الورق.
أما أشعة بيتا (2) فهي تتألف من إلكترونات ويمكن إيقافها بواسطة ورقة من الألومنيوم.
أما أشعة جاما (3) فهي نافذة وهي تتألّف من الطاقة الخالصة. يمكن إيقافها بواسطة الرصاص.

ماري وبيار كوري

أمضت ماري كوري وزوجها بيار كوري سنوات عديدة في دراسة العناصر التي تبث الإشعاع الذري الذي اكتشفه هنري بيكريل. وقد حصل هؤلاء الباحثون الثلاثة على جائزة نوبل للفيزياء عام 1903.



كان الفيزيائي الفرنسي هنري بيكريل (1852 – 1908) قد ترك صفائح فوتوغرافية معزولة عن الضوء قرب قطعة من معدن الأورانيوم الخام. وفي 26 فبراير/ شباط 1896، اكتشف خلال تظهير هذه الصفائح بأنّها قد اسودّت كما ولو أنها تعرَّضت للضوء. استنتج من ذلك أن الأورانيوم يبث إشعاعاً مجهولاً. لقد شغف الفيزيائيون بتحديد هذا الإشعاع التلقائي وبدراسة سببه.
وبعد سنتين، أي عام 1898، اكتشف الفيزيائيان الفرنسيان ماري كوري (1867 – 1934) وبيار كوري (1859 – 1906) البولونيوم والراديوم وهما **عنصران** يبثّان هذا الإشعاع لكنهما كانا حتى ذلك التاريخ مَجهولَيْن. هذه العناصر، التي تُعرف «بالمشعّة»، إضافة إلى الإشعاع الذاتي تشكل جميعها مفاتيح فيزياء **الذرَّة** والنواة الذرية.

الإشعاعية الطبيعية

إن **الإشعاعية** (النشاط الإشعاعي) هي الظهور الخارجي لتفاعل يحصل داخل نوى بعض الذرّات. النواة المشعة هي غير ثابتة: إنها تخسر بعض المادّة وتتفكك مطلقة في الوقت عينه جسيمات وطاقة. وفقاً لكتلة الجسيمات المُرسَلة وشحنتها الكهربائية، بالإمكان تمييز عدة أنواع من الإشعاعات وهي تعرف بـ «ألفا» و«بيتا» و«جاما» حسب الترتيب المتزايد للطاقة.

الإشعاعية الاصطناعية

بالإمكان إرسال إشعاع ذري على ذرّات أخرى كما يُقصف هدف بالقذائف. يتم إرسال جسيمات ذات طاقة كبيرة على نوى مستهدفة، مما يؤدي إلى «تضخم» كتلة هذه النوى أو إلى انشطارها إلى أجزاء. بإجراء هذه التفاعلات، يدرس الفيزيائيون تركيب الذرّات في معجال الجسيمات الصغيرة (انظر صفحة 50 – 51). عندما تُرسَل أشعة ألفا على بعض الذرّات غير المشعة، فإن هذه الأخيرة تصبح مشعّة بدورها. إنها الإشعاعية الاصطناعية. لقد أصبح من الممكن اليوم الحصول على هذه «البطانات» المشعة (العناصر المشعة) لكل العناصر تقريباً. إنها مستعملة في الصناعة وفي البحث البيولوجي وفي الطب.

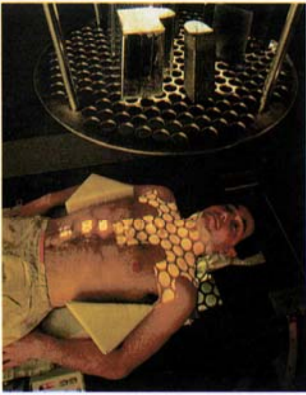
الانشطار (أو الانفصام) النووي

عندما تبتلع نواة ذرَّة ضخمة مثل الأورانيوم «**نوتروناً**»، فإنها تصبح غير ثابتة: فتنقسم إلى عدة أجزاء وتطلق الطاقة مما يؤدي إلى قذف هذه الأجزاء بسرعة كبيرة. هذا ما يُعرف بالانشطار النووي. يمكن للأجزاء المقذوفة بسرعة كبيرة أن

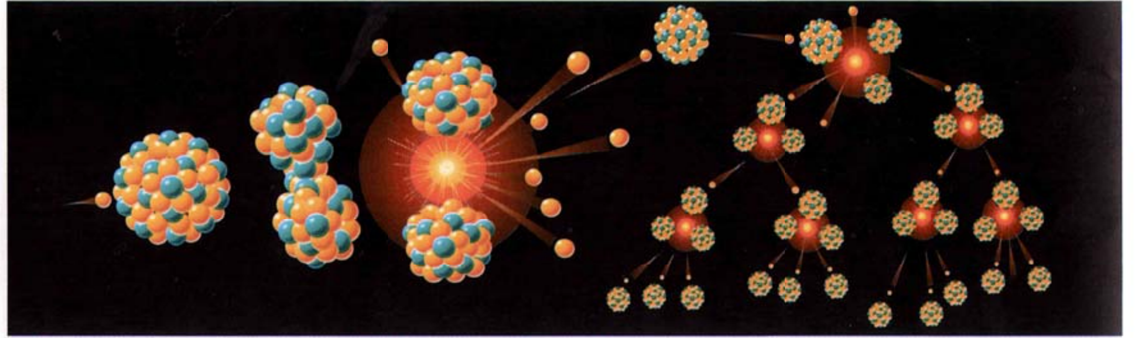

معالجة المواد المشعّة باليد

حسنات الإشعاع الذاتي ومضاره

تخترق الإشعاعات الذرية المادّة (جسم الإنسان مثلاً) وتغير تركيب الجزيئات. تكون هذه التغييرات مفيدة، في بعض الاستعمالات الطبية كعلاج أمراض السرطان مثلاً. وهكذا تقضي المعالجة بالإشعاع (انظر الصورة) بتكثيف أشعة جاما على الخلايا السرطانية للقضاء عليها.



في المقابل، تكون الإشعاعات الذرية خطرة على الأشخاص غير المحميين وينبغي استعمالها بكل حذر. لهذا السبب، وُضِعَت نصوص دولية صارمة لتقنين استعمال المواد المشعّة وتنظيم الوصول إلى كل المنشآت الذرية، في مراكز الأبحاث، وفي المعامل والمصانع والمستشفيات.


الانفصام النووي: نواة ثقيلة تتحلل. يتتابع التفاعل ويبعث طاقة.

تخترق بدورها ذرّات أخرى لتسبب انفصامها النووي وهكذا تتتابع عمليات الانفصام في تفاعلات مسلسلة. ينتج عن ذلك تيار من النوترون ذي سرعة كبيرة وتنطلق كمية كبيرة من الطاقة. بالإمكان كبح هذه السلسلة من تفاعلات الانفصام النووي أو حتى إيقافها إذا وُضِع مبطئ أو معدّل على مسار النوترون.

تطبيقات الانفصام النووي

يطبق الانفصام النوويِ في المفاعلات الموجودة في المعامل النووية. في المُفاعل، يتم التحكم بتفاعل الانفصام بشكل مستمر بواسطة نظام معدِّل يبتلع النوترونات السريعة جداً. تتم بعد ذلك السيطرة على الطاقة الناتجة ثم تصريفها ثم تحويلها إلى طاقة يمكن استعمالها: الطاقة النووية.
تستخدم هذه الطاقة في إنتاج الكهرباء (انظر صفحة 30 – 31) بكميات كبيرة.
ينطبق مبدأ الانفصام النووي كذلك على جهاز من نوع آخر هو القنبلة الذرية. في هذه الحالة، لا يتم كبح تفاعل الانفصام النووي، فيتعاظم ويطلق بشكل مفاجئ كمية كبيرة من الطاقة تقضي على كل شيء.

تتم معالجة المواد الشديدة الإشعاع عن بعد من وراء زجاج واقٍ سميك.

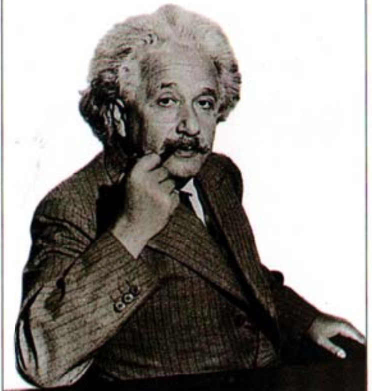


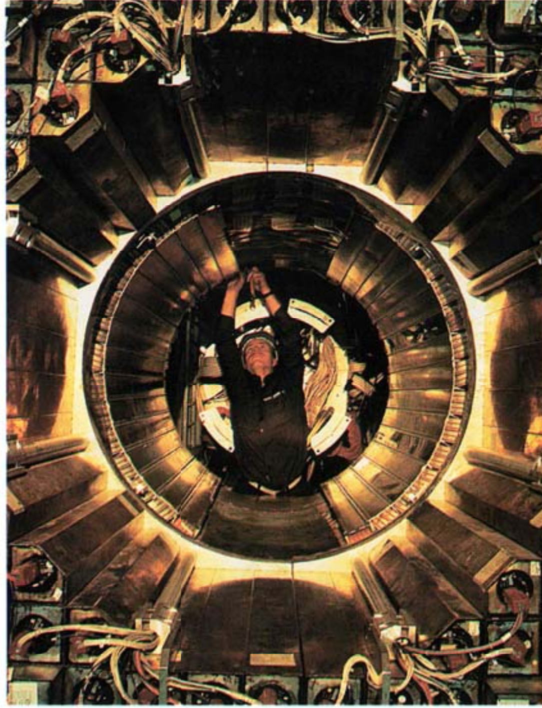
مشاهدة مسارات الجسيمات داخل الكاشف

الجسيمـــات الأوليــــة

ألبير أينشتاين

ألبير أينشتاين (1879 - 1955) هو فيزيائي أميركي من أصل ألماني. أحدث ثورة في علم الفيزياء، وأعطاه قواعد جديدة غذّت كل العلم المعاصر.
في مطلع القرن 20 ، كان أينشتاين أول من تساءل عما إذا كانت الطاقة تنتقل بالموجات أو بالجسيمات. وقد أثبت، فيما أثبت، أن الإشعاع الكهرومغنطيسي الذي يشكّل الضوء جزءاً منه (انظر صفحة 32 - 33) هو في الوقت عينه موجة من الجسيمات ودفق منها. سميت هذه الجسيمات فيما بعد بالفوتون أو الضوئي.
إنها حبيبات طاقة حقيقية. كان أينشتاين أول من تخيل أن المادّة هي خزان ضخم للطاقة. وقد أقام التكافؤ بين الكتلة (أي المادّة) والطاقة في المعادلة الشهيرة: $E = mc^2$.





كاشف أحد المسرعات المستعمل لمشاهدة الجسيمات الأولية.

تبدو المادّة وكأنّها مكوّنة من جسيمات متناهية في الدقة مندمجة بعضها ببعض. وهكذا، فإن **النوكليون** الموجودة في نواة **الذرّة** ليست هي المكونات النهائية للمادة، بل إنها مكونة بدورها من جسيمات أخرى. بغية إبراز هذه الأخيرة بشكل أوضح، يستخدم الفيزيائيون أجهزة عملاقة تسمح بالبحث عن الجسيمات الأكثر صغراً: تعرف هذه الأجهزة بمسرّعات الجسيمات.

مسرّعات الجسيمات

بشكل عام، لمعرفة مكونات جسم معين، ينبغي تفتيته إلى أجزاء تخضع للدراسة. يتبع الفيزيائيون نفس الطريقة دائماً لدراسة تركيب نوى الذرّات. داخل مسرّعات الجسيمات، يتم قصف النوى بجسيمات تحمل شحنة كهربائية (**إلكترون**، **بروتون**، أو نوى أخرى). تتسرع هذه الأخيرة وتكتسب سرعة كبيرة. وبعد انطلاقها تشكل حزمة ذات طاقة عالية تصطدم بالهدف المختار. تحدث هذه الاصطدامات النادرة جداً خلال تجارب تدوم أحياناً ساعات وربما أسابيع، كما أن سير هذه التجارب. يستنفر مئات الباحثين. وينتج عنها جسيمات جديدة يراقبها الفيزيائيون بواسطة كاشفات الجسيمات.

كاشفات الجسيمات

في هذه الأجهزة الضخمة، لا يتم تصوير الجسيمات نفسها، إنما الآثار التي تتركها بعد مرورها. يمكن مقارنة هذه الآثار بسحب الدخان التي تتركها الطائرات في السماء لمدة طويلة بعد عبورها.
يتم معالجة المعلومات بواسطة حاسبات آلية حيث تظهر هذه الآثار على شاشاتها.
وبتحليل هذه الآثار، يتعرف الفيزيائيون على الجسيمات الصغيرة جداً التي تدخل في تكوين النوى الذرية.

مضادات الجسيمات ومضادات المادّة

أثناء دراسة آثار الجسيمات في الكاشفات، اكتشف الفيزيائيون مضادات الجسيمات. مع كل جسيم يتطابق مضاد الجسيم، له نفس الكتلة ولكنه يتميّز بخصائص متعارضة. فالجسيم ومضاد الجسيم لهما شحنات كهربائية متعارضة. فالإلكترون مثلاً له شحنة كهربائية سالبة في حين أن مضاد الإلكترون الذي يُعرف بالبوزيترون له شحنة كهربائية موجبة. كما أن البروتون له شحنة كهربائية موجبة في حين أن مضاد البروتون الذي يُعرف بالأنتيبروتون له شحنة كهربائية سالبة.
تشكل الجسيمات المضادة مضاد المادّة أو بمعنى


صورة يعطيها الحاسب الآلي عن تصادم جسيمات

آخر ثنائي المادّة. بالإمكان إيجادها اصطناعياً داخل مسرعات المادّة لمدة قصيرة للغاية. فإذا التقت جسيمة بمادتها المضادة، تقضي الواحدة على الأخرى مطلقة كمية كبيرة من الطاقة.

الكوارك

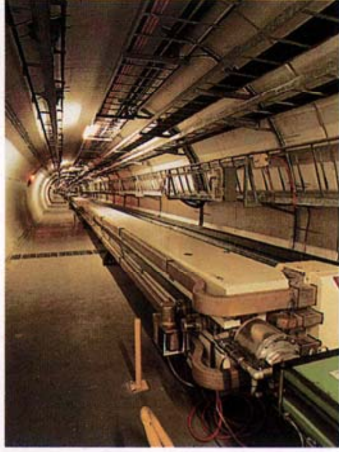
بفضل الكاشفات، تمكّن الفيزيائيون من إبراز **الكوارك** بشكل واضح. فهذه الجسيمات الغريبة تتمتع بخصائص تدهش الفيزيائيين.
مع كل كوارك يتطابق الكوارك المضاد. وإذا انضما في مجموعة ثلاثية، يشكل الكوارك ومضاده مجموع النوكليون في النواة الذرية. تتبع الأحداث المحيرة التي تجري على هذا المستوى قوانين فيزيائية خاصة هي قوانين الميكانيك الكمّي أو الميكانيك الكوانتي.

نحو قانون عام للفيزياء

إن الجسيمات الأولية هي اللبنات البسيطة التي تكوّن العالم في تنوعه. وبإخضاعها للدراسة، يبغي الفيزيائيون الوصول بالمعرفة إلى أصغر مكونات المادّة. وهم يسعون كذلك إلى إيجاد قانون عام يختصر كل قوانين الفيزياء ويسمح بتفسير كل الظواهر الموجودة في الكون. هكذا يجيب الفيزيائيون على الأسئلة المطروحة حول تكوين الكون.

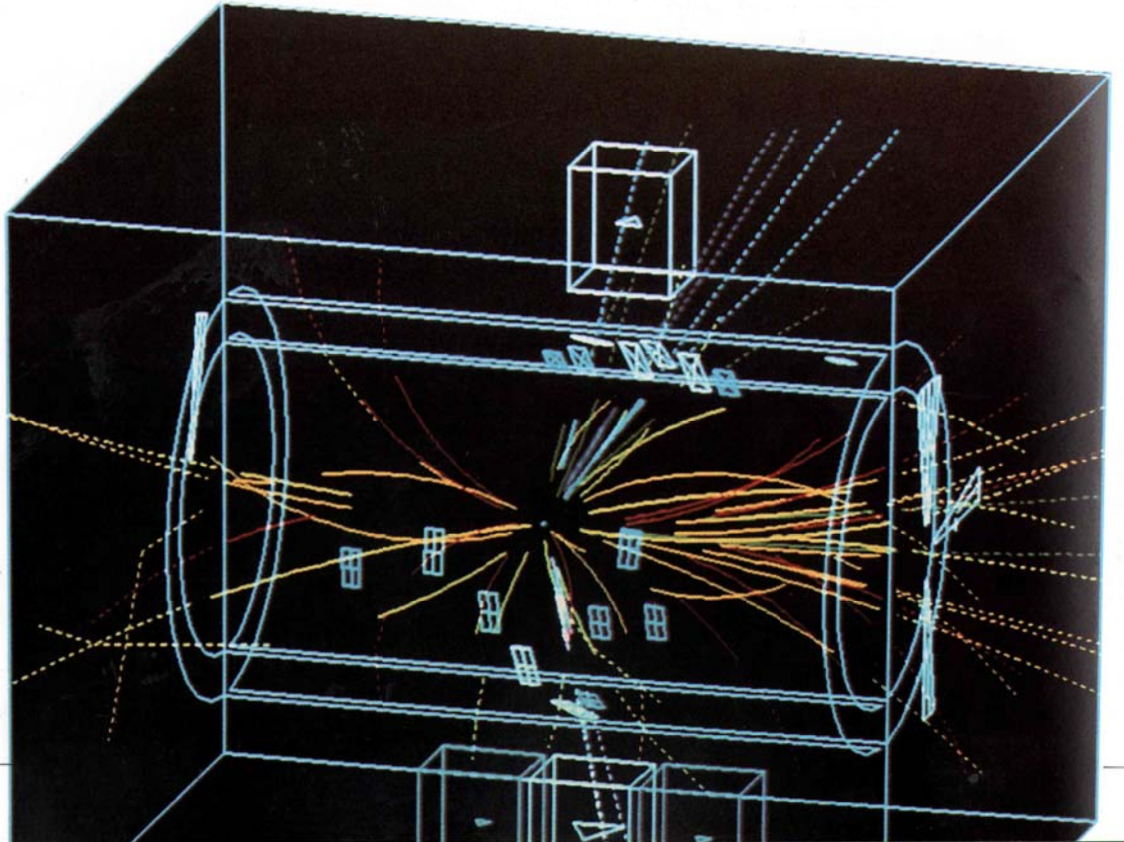
التصادم بين الجسيمات

هذه الصورة لمسرّع الجسيمات أعيد تركيبها بواسطة الحاسب الآلي وهي تظهر اصطداماً بين جسيمات المادّة والمادّة المضادة (بروتون وانتيبروتون)، والحزمة التي تضم الجسيمات الجديدة الناتجة عنه. صوّرت مسارات الجسيمات بخطوط كاملة ومنقطة. أما الألوان فهي اصطناعية. ▼



▲ مسرّع الجسيمات الكبير في سرن

تم إنشاء أكبر مسرّع للجسيمات في سرن قرب جنيف (المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات) وهو ما زال يعمل حالياً. إنه عبارة عن حلقة مطمورة يبلغ طول دائرتها 27 كيلومتراً، (انظر الصورة أعلاه)، تتسرّع فيها الجسيمات بسرعة كبيرة جداً. في الوقت الحاضر يعتبر سرن واحداً من أكبر مراكز الأبحاث حول الجسيمات الأولية. تمكن فريق دولي من الباحثين داخل منشآت هذا المركز من تحقيق مأثرة علمية ناجحة في خريف 1995: فقد تم للمرة الأولى إنتاج ذرّات لمضاد المادّة: لقد «عاشت» ذرات مضاد الهيدروجين (أو مضاد ذرات الهيدروجين) التسع مدة جزء من أربعين مليار من الثانية قبل أن تختفي.





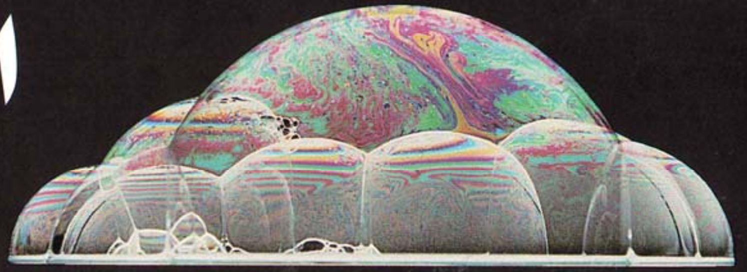


داخل غرفة الفقاعات

يدرس الفيزيائيون في غرف الفقاعات الجسيمات الدقيقة التي تتكون منها المادّة. إن غرفة الفقاعات هي جهاز عملاق معقد للغاية ويحتوي في أغلب الأحيان على الهيدروجين السائل المعد للغليان. إذا تحرك جسيم في الجهاز قبل بدء الغليان بقليل، فإنه يحاط بفقاعات بخار.

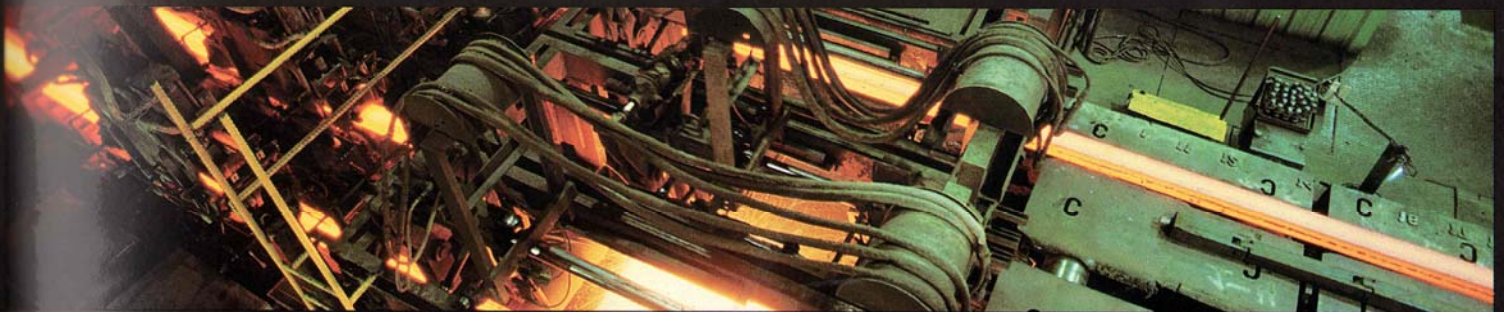
عندئذ يظهر خط يشير إلى مسار الجسيم وبالإمكان تصويره (انظر الصورة). بفضل غرف الفقاعات، أصبح بالإمكان، اتّباع أثر جسيمات عديدة جداً والتعرّف عليها.

المادّة



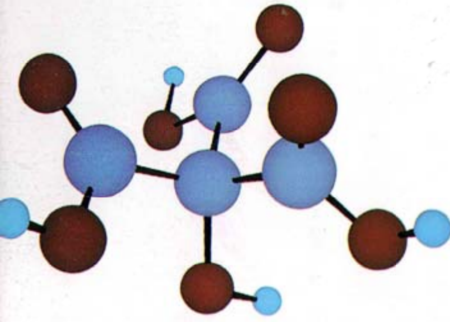








والــــمــــواد



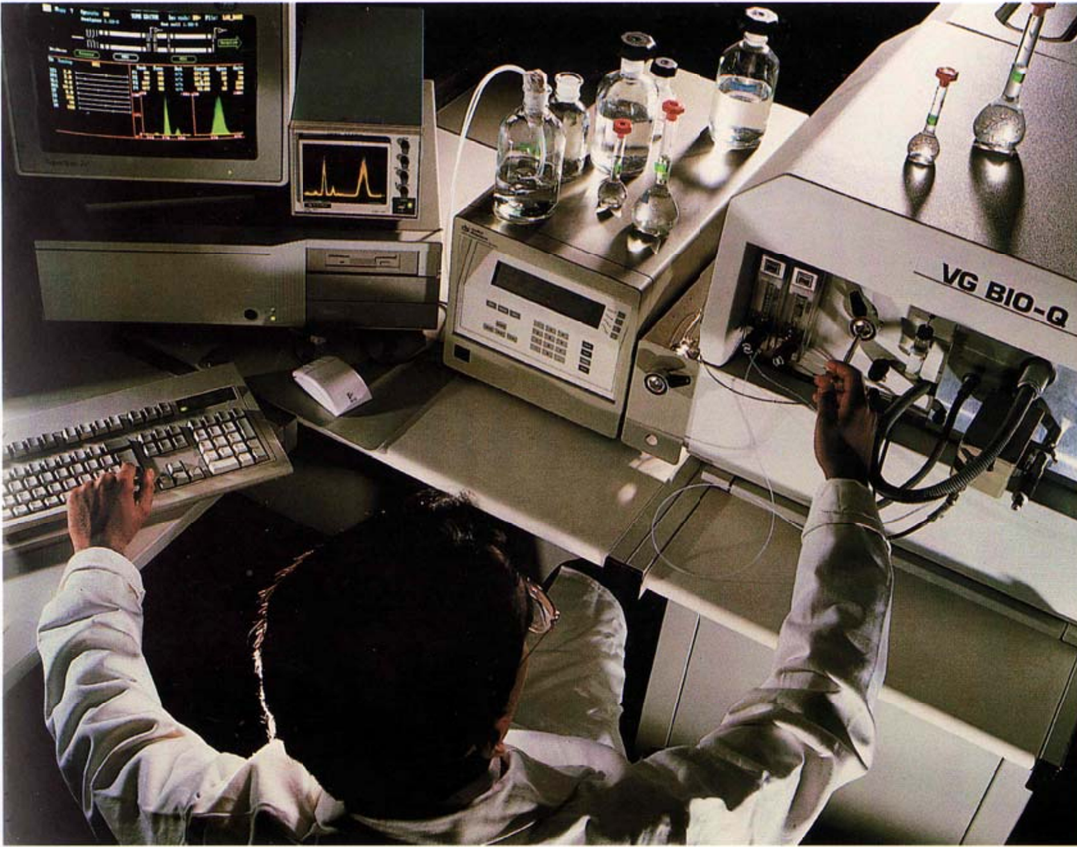




يدرس الكيمياء أَو علم المادّة تركيب مواد عديدة، وتحولها إضافة إلى إنتاجها. يستمر هذا العلم في إيجاد منتجات جديدة: مواد بلاستيكية، أدوية، إلخ.

ماهية علم الكيمياء

- تحليل كيماوي: طريقة تسمح بمعرفة تركيب جسم أو مادة.
- ذرَّة: أصغر كمية مادة. بالنسبة لعالم الكيمياء، تشكل الذرَّة المرحلة الأخيرة في انقسام عنصر كيماوي.
- عنصر: مادة أساسية تدخل في تركيب كل الأَجسام.
- كيمياء حياتية: دراسة التركيب الكيماوي للمواد التي تكوّن الكائنات الحية (النباتات، الحيوانات والإنسان) وكذلك دراسة تحوّلها.
- كيمياء عضوية: دراسة العناصر والأَجسام التي تحتوي على الكربون.
- كيمياء معدنية: دراسة العناصر والأَجسام التي لا تحتوي على الكربون.
- مركَّب: مادة تتكوّن من اتحاد عنصر أَو أكثر.
- مصطلحات كيماوية: لغة وعلامات تستعمل للاشارة إلى الأَجسام الكيماوية. في المصطلحات الكيماوية، تأخذ أسماء معظم الأَجسام بعين الاعتبار العناصر التي تكوّنها.



مختبر حديث للتحليل الكيماوي.

لماذا تحترق بعض المواد في الهواء؟ لماذا يتميَّز الحامض بطعم لاذع؟ ماذا يحدث للأطعمة بعد عملية الهضم؟ أية أدوية يمكن إنتاجها لمكافحة أمراض مثل السيدا أو السل؟ للإجابة عن هذه الأسئلة، يحتاج علماء الكيمياء إلى معرفة مكونات الهواء والحامض، وتركيب الأطعمة، والمواد الواجب استعمالها لإنتاج أدوية جديدة. هذه الأمثلة العديدة تسمح بتفسير الدورين الرئيسين لعلم الكيمياء وفهمهما: التمكن من تحديد كل مكونات مادة معينة ثم التمكّن من تحويل هذه المادة لتحضير منتجات جديدة.

دراسة الأَجسام بغية تحويلها

لا يهتم عالم الكيمياء بالشيء كشيء إنما يهتم بالمادّة التي يتكوّن منها هذا الشيء. إلا أن هذه المادّة تتكون عادة من مزيج من مواد مختلفة ينبغي فصلها في بادىء الأمر. بغية التمكّن من معرفة التركيب الدقيق للمادة موضوع الدرس يبدأ عالم الكيمياء بفصل مختلف المواد التي يتكوّن منها المزيج. ثم يحلّل كل مادة منها حتى يعيّن نوع **العناصر** التي تكونها إضافة إلى عدد **ذرات** كل عنصر (انظر صفحة 46 – 47). بعد معرفة تركيب هذه المواد بواسطة هذا **التحليل**


قوارير زجاجية يستعملها الكيميائيون

الكيماوي، يتمكّن عالم الكيمياء من تصور تحويلها.

علم اختباري

إن الكيمياء، كالفيزياء، علم مبني على الاختبار. ولكن أمام نفس الظاهرة، يهتم كل من عالم الفيزياء وعالم الكيمياء بوقائع مختلفة. عندما تكون الشمعة مضاءة، يتحول البرافين (أو الشمع) الذي تتكون منه إلى سائل. يدرس عالم الفيزياء هذا التحوّل من حالة الجماد إلى الحالة السائلة. وفي نفس الوقت، يتحلّل البرافين في الشعلة ويعطي الكربون، وثاني أوكسيد الكربون والماء: يهتم عالم الكيمياء من جهته بهذا التحوّل.

يخضع علم الكيمياء، كعلم الفيزياء، لقوانين وضعت بعد إجراء اختبارات في ظروف محددة. تصف هذه القوانين تركيب الأجسام أو الظروف التي تتفاعل فيها هذه الأجسام فيما بينها.

مجالات علم الكيمياء

يغطي علم الكيمياء مجالات عديدة:

تدرس **الكيمياء المعدنية** المادة الجامدة (كل ما هو غير حي)، أي المادة الخام مثل الكلس أو الغرانيت.

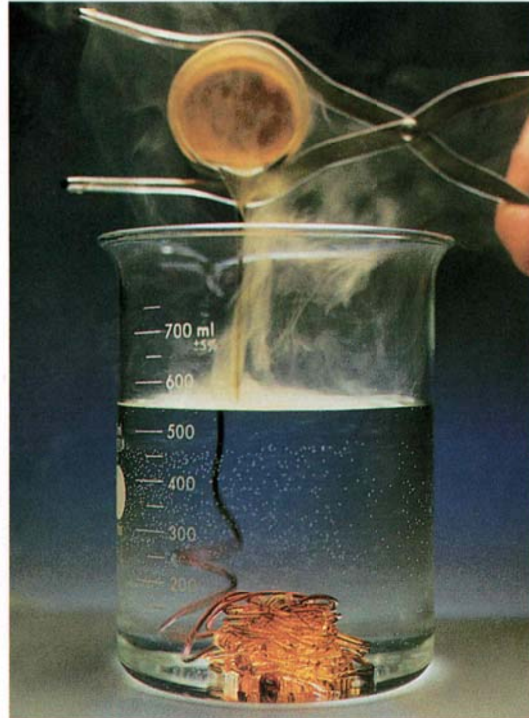
تنحصر **الكيمياء العضوية** بمركبات الكربون. هذا العنصر متوفر بشكل خاص في الأجسام الحية وفي المواد مثل الفحم والبترول التي تتكون عندما تتحلّل هذه الأجسام.

تدرس **الكيمياء الحياتية** التفاعلات الكيماوية التي تحصل داخل الأجسام الحية (النباتات، الحيوانات).

مصطلحات لغوية خاصة

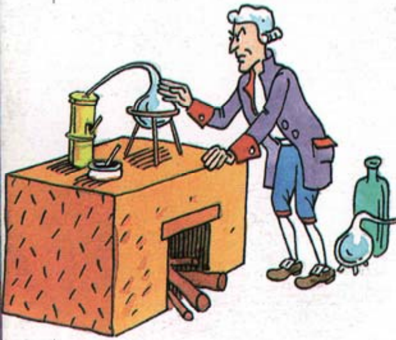
لعلم الكيمياء مصطلحات خاصة (**المصطلحات الكيماوية**) تسمح بإعطاء تسمية دقيقة للمواد الكيماوية التي تتكوَّن منها كل مادة. تم اختراع هذه المصطلحات في القرن الثامن عشر من قبل عالم الكيمياء الفرنسي أنطوان لوران دو لا فوازيه، الذي يعتبر واحداً من واضعي الكيمياء الحديثة. وضع لكل مادة أسماء بسيطة تعبر عن خاصتها الأكثر شيوعاً. إضافة إلى ذلك، عندما يكون الجسم **مركباً**، فإن هذا الاسم يذكّر بأسماء مكوناته. على سبيل المثال، كلورور البوتاسيوم هو ملح يتكون من عنصري الكلور والبوتاسيوم. إن المصطلحات الكيماوية الحالية هي في غاية الدقة. يستعملها كل علماء الكيمياء في العالم أجمع للإشارة إلى كل المواد الكيماوية.

من خصائص الكبريت: إذا ذوِّب على 250 درجة مئوية ثم سكب في الماء البارد فإنه يشكّل شريطاً مطاطاً.



لافوازيه، أبو الكيمياء الحديثة

اعتباراً من القرن السابع عشر أصبح علم الكيمياء أو علم المادة، مبنياً على التجربة.



لكن عالم الكيمياء الفرنسي أنطوان لوران دو لافوازيه (1743 - 1794)، بإجرائه تجارب عديدة واقتراحه تحديدات دقيقة جداً، جعل من الكيمياء علماً حقيقياً وقد وضعت مصطلحاته الكيماوية أسس علم الكيمياء الحديثة. بفضل اختبار شهير جداً، تمكن من تحديد تركيب الهواء واكتشف أن هواء الجو هو مزيج من غازين: الأوكسجين والآزوت. وبعد ذلك، تمكّن بفضل أحد اختباراته من تحديد تركيب الماء. يعود الفضل إلى لافوازيه في إيجاد تحديد العنصر الكيماوي «كمادة لا يمكن تحليلها بأية طريقة».



تكوِّن المواد الطبيعية أو الصناعية في أغلب الأحيان مزيجاً من عناصر مختلفة. لدراستها، يقوم عالم الكيمياء بفصل مكوِّناتها بغية الحصول على أجسام نقية يمكنه تحليلها والتعرّف عليها.

من المزيج إلى الأجسام النقية

- أيون: ذرة أو مجموعة ذرات خسرت أو ربحت إلكتروناً أو أكثر.
- جزيئة: أصغر كمية مادة في جسم نقي، مثل الماء أو ثاني أوكسيد الكربون. تتكون الجزيئة من تجمّع ذرَّات.
- جسم نقي بسيط: مادة نقية كيماوياً لا يمكن تحليلها إلى مواد أخرى. تتكون جزيئات جسم نقي بسيط من ذرَّات مماثلة.
- جسم نقي مركب: مادة نقية كيماوياً يمكن تحليلها إلى مواد أخرى. تتكون جزيئات جسم نقي مركب من ذرَّات مختلفة.
- ذرَّة: أصغر كمية مادة. بالنسبة لعالِم الكيمياء؛ تشكل الذرَّة المرحلة الأخيرة في انقسام أي عنصر كيماوي.
- رابطة كيماوية: قوة تتدخَّل بين ذرتين وتبقيهما معاً داخل الجزيئة، أو تتدخل بين أيونين وتبقيهما معاً داخل بلَور.
- عنصر: مادة أساسية تدخل في تركيب كل الأجسام.

يبدأ عالم الكيمياء أولاً بالتمييز بين مختلف أنواع المُزُج التي تمر أمامه. فإذا قام بدراسة ماء البحر، يلاحظ أنَّها معكَّرة وموحلة عندما تستخرج قرب الشاطىء، وأنها صافية عندما تستخرج من عرض البحر. في الحالة الأولى، من البديهي أن الماء يحتوي على مكونات عديدة. في الحالة الثانية، لا تظهر المكونات غير المرئية - الأملاح البحرية الذائبة في الماء - إلا بعد تبخير الماء. إن ماء البحر هو إذن مزيج، والشيء نفسه يقال عن الهواء الذي نتنفسه، أو عن البترول أو عن الحليب.

المزيج المتغاير والمزيج المتجانس

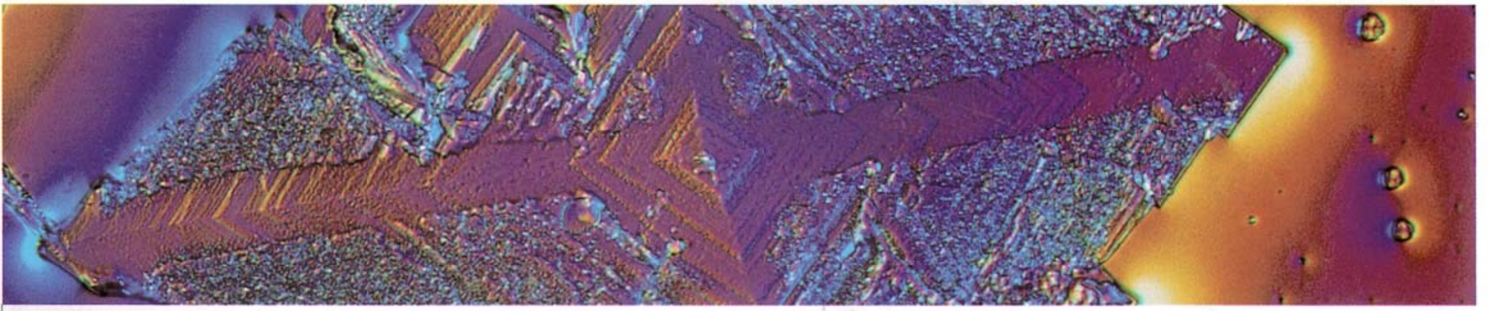
إذا عاينا الرمل بالعين المجردة أو بواسطة عدسة مكبرة، نميز بسهولة مختلف مكوّناته: حبيبات من المعادن وكسرات من الصدف الكلسي. لذلك يقال إن الرمل هو مزيج متغاير. إن السوائل كالحليب، تحتوي على جسيمات معلّقة (القشدة) يمكن رؤيتها جيداً في المجهر، وهي أيضاً مزيج متغاير.
في المقابل، عندما نضع السكر في الماء فإنه يذوب ويختفي. نحصل على سائل شفاف (محلول) يوجد فيه مكون واحد (الماء) مرئي: إنه مزيج متجانس. إن السوائل كالشاي أو القهوة هي مُزُج متجانسة.

فصل مكونات مزيج متغاير

هناك العديد من الطرق لفصل مختلف مكونات مزيج متغاير. إذا كان المزيج يضم أجساماً جامدة ذات أشكال مختلفة كثيراً، تكفي لذلك عملية فرز يدوي بسيط: وهكذا يتم فصل الفحم عن الحجارة في المناجم.
هناك طريقة أخرى: يسمح الفرز المغنطيسي بفصل مزج يكون أحد مكوناتها قابلاً للجذب بالمغنطيس. وهكذا يتم فصل بعض المعادن الخام (التي يجذبها المغنطيس) عن الشوائب الموجودة في المزيج.
وعندما يضم المزيج المتغاير جسماً صلباً وسائلاً أو سائلين، فيمكن فصل كل مكوّن بواسطة التصفية. وتقضي هذه الطريقة بترك المزيج في حالة سكون داخل أنبوب (مزيج صلب/سائل) أو داخل وعاء للتصفية.
تسقط الأجزاء الصلبة داخل الأنبوب إلى القعر. أما في الوعاء، فإن السوائل



فصل مزيج من السوائل بواسطة الترسيب أو التصفية.



جسم نقي مركب: كلورور الصوديوم كما يبدو في المجهر الألكتروني

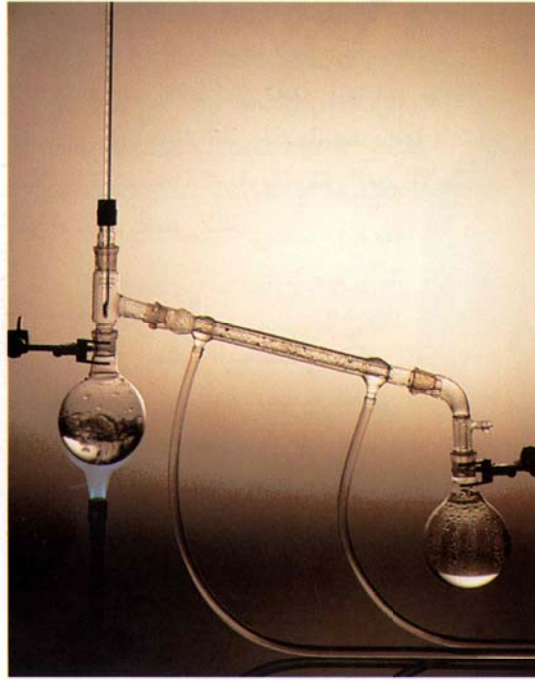
تنفصل: يحتل السائل الأكثر وزناً قعر الوعاء. ويمكن تسييله في البدء عبر حنفية موجودة في قاعدة الوعاء. أما السائل الأقل وزناً فإنه يطفو فوق السائل الآخر ثم يتم تجميعه في وعاء ثان. أما النبذ فهو طريقة أخرى لفصل هذه المزج (انظر النص الوارد في الهامش).

فصل مكونات مزيج متجانس

التقطير هو الوسيلة الأكثر استعمالاً لفصل الشوائب الذائبة في الماء. يوضع المزيج، في المختبرات، داخل حوقلة (أو دورق)، ثم يسخن حتى درجة الغليان. يتحول الماء عندئذٍ إلى بخار يرتفع ثم يجتاز أنبوباً حيث يتم تبريده. بعد ذلك يتكثّف ويصبح مرة جديدة سائلاً ويتجه نحو حوقلة أخرى يتجمع فيها: إنه الماء المقطر. عند انتهاء التقطير، تبقى المواد الذائبة في الماء في قعر الحوقلة الأولى.

أجسام نقية بسيطة وأجسام نقية مركبة

إذا خضعت مادة مرات عديدة لطرق فصل وظلت مشابهة لنفسها، وإذا ظلّت خصائصها الفيزيائية مثل درجة حرارة الذوبان والغليان ثابتة، تكون هذه المادة على الأرجح جسماً نقياً. هناك نوعان من الأجسام النقية: **الأجسام النقية البسيطة، والأجسام النقية المركبة**. الأجسام النقية البسيطة هي قليلة العدد. لا تحتوي **الجزيئات** التي تكونها إلاّ على **ذرّات** متشابهة. فالكبريت، الذي لا تحتوي جزيئاته إلاّ على **ذرّات** الكبريت، هو جسم نقي بسيط. أما الأجسام النقية المركبة فهي كثيرة العدد. تتكون جزيئاتها من ذرّات مختلفة. تحت تأثير عمل فيزيائي شديد (درجة حرارة مرتفعة، تيار شديد)، تتحلل الأجسام النقية المركبة. فالماء مثلاً الذي تحتوي جزيئاته على ذرّات هيدروجين وذرّات أوكسجين، هو جسم نقي مركب.



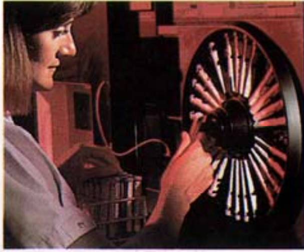
التقطير: الماء الموجود في الحوقلة اليسرى يحتوي على شوائب. الماء الموجود في الحوقلة اليمنى منقى.



جسم نقي بسيط: الكبريت.

فصل السوائل: النبذ

لفصل مكونات مزيج من السوائل، يوضع هذا المزيج في أنابيب مثبتة بشكل تاج داخل نابذة.



يقوم محرك بتدوير هذا التاج بسرعة (000 3 دورة في الدقيقة). تحت تأثير القوة النابذة المركزية (انظر صفحة 14 - 15) تنفصل مختلف المكونات. ترسب الجسيمات الأكثر ثقلاً في قعر الأنابيب، أما الجسيمات الأخف وزناً فإنها تطفو. إن النبذ هو طريقة للفصل أسرع بكثير من التصفيق أو الترسيب. يقضي هذا الأخير بترك مختلف مكونات المزيج تترسب بشكل طبيعي. تستعمل هذه الطريقة بشكل خاص لفصل مكونات الحليب أو الدم.

عنصر من مجموعة الغازات النادرة: النيون

العناصر الكيماوية

ثلاثة عناصر: الذهب، الفضة، النحاس



1



2

إن الذهب (1) والفضة (2) والنحاس (3) معادن مصنفة في نفس العمود داخل الجدول الدوري للعناصر، ولها خصائص متقاربة.

توجد هذه المعادن في الطبيعة بحالة نقية (أو طبيعية). فهي إذن ليست بحاجة إلى تنقية.

عندما يقوم الكيميائيون بتحويل مواد معينة أو بجعلها تتفاعل فيما بينها لإنتاج منتجات جديدة، فإن **العناصر** فقط تظل ثابتة. إنها تمر من جسم كيماوي إلى جسم آخر. لكنها بحد ذاتها لا تتغيَّر. خلال التفاعلات الكيماوية، يظل العدد الإجمالي **لذرَّات** كل عنصر ثابتاً.

العنصر والذرَّة

إن الجسم النقي البسيط لا يتكون إلا من نوع واحد من الذرَّات. **أما الجسم النقي المركب** فإنه يحتوي على عدة أنواع من الذرَّات. يمكن لأجسام نقية بسيطة أن تتحد لتشكِّل أجساماً نقية مركبة. العنصر هو الشيء المشترك بين جسم نقي بسيط وكل مركباته.

عنصر الحديد هو إذن الشيء المشترك بين معدن الحديد (جسم نقي بسيط) وكل مركباته مثل كبريتور الحديد وأوكسيد الحديد.

خلال التفاعل الكيماوي، لا تتغير العناصر

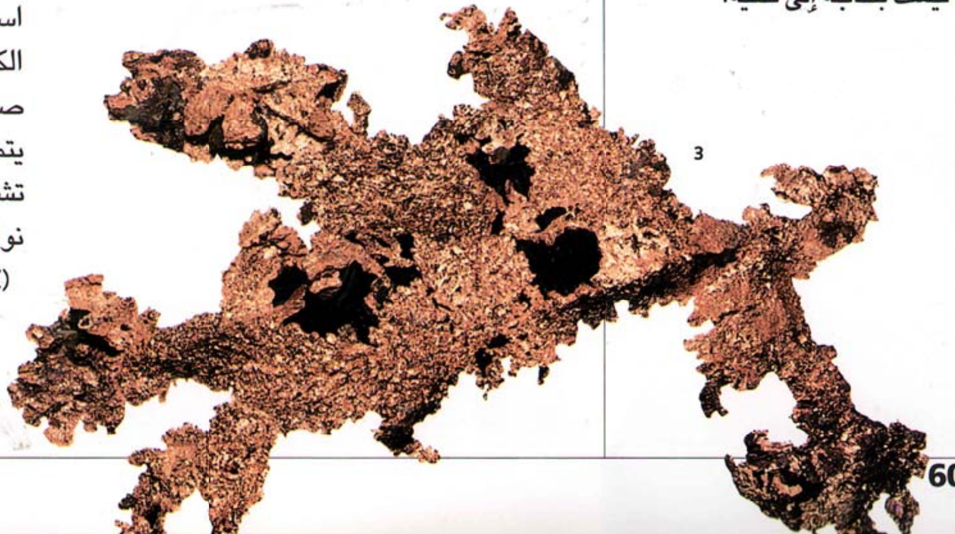
عندما يقوم عالم الكيمياء بتحويل الأجسام النقية البسيطة أو الأجسام النقية المركبة، فإنه يحصل على مواد جديدة. تحدث هذه التحولات على مقياس متناه في الصغر، داخل **جزيئات** المادّة وذرَّاتها. الحديد والكبريت هما جسمان نقيان بسيطان. يعطي اتحادهما جسماً نقياً مركباً: ثاني كبريتور الحديد. يحتوي الجسم النقي الجديد على عناصر كانت موجودة في بداية التفاعل (حديد وكبريت). تغير ذرَّة الحديد وذرَّة الكبريت تركيبهما الأصلي لتكوين جزيئة جديدة، وهي جزيئة ثاني كبريتور الحديد، المكونة من ذرَّتي كبريت وذرَّة حديد واحدة. لهذه الجزيئة خصائص مختلفة عن خصائص الذرَّات الأصلية. لكن هذه الأخيرة لم تختف. وفي الواقع، إذا سخنا ثاني كبريتور الحديد، فإنه يتحلَّل إلى ذرَّاته الأصلية: الكبريت والحديد التي تحتفظ دائماً بنفس الخصائص. عندها يتم الحصول على العناصر التي كانت موجودة في البداية: الحديد والكبريت.

اسم العناصر الكيماوية ورمزها

يمتاز كل عنصر كيماوي باسم مع مختصره الذي يُعرف «بالرمز».

يتكون هذا الرمز من حرف واحد أو من حرفين. يكون الأول هو حرف البداية. رمز الحديد مثلاً هو Fe ورمز الهيدروجين هو H. يجنب الرمز كتابة اسم العنصر بالكامل ويختصر كتابة التفاعلات الكيماوية (انظر صفحة 70 – 71) التي تكتب بشكل صيغ رياضية.

يتميز كل عنصر كيماوي بكتلته وعدده الذري. تشير كتلته (A) إلى عدد **النوكليون** الموجودة في نواة ذرته (انظر صفحة 46 – 47). أما عدده الذري (Z) فيشير إلى عدد البروتون الموجودة في نواة ذرته. يساوي هذا العدد عدد الإلكترون الذي يحيط بذرته. وهو يحدِّد خصائص العنصر الكيماوية.



3



عنصر من مجموعة المعادن: التانطال



الأورانيوم هو العنصر الطبيعي الأكثر ثقلاً. ويبدو في الصورة قرص أورانيوم مستعمل في الصناعة النووية.

ترتيب العناصر من الأكثر وزناً إلى الأقل وزناً

يوجد 109 عناصر كيماوية، مرتبة في جدول يعرف «بالجدول الدوري» أو «التصنيف الدوري» للعناصر (انظر صفحة 62 – 63). يسمى أيضاً جدول مندلييف لأن هذا الجدول كان قد اقترحه عام 1869 عالم الكيمياء الروسي ديمتري إيفانوفيتش مندلييف. إنه بحق الأداة الأساسية لكل الكيميائيين الذين يستنتجون منه الخصائص الرئيسية لكل عنصر. في هذا الجدول، ترتب العناصر وفقاً لسطور تعرف بالدورات ووفقاً لأعمدة. في السطور، تظهر العناصر المرتبة وفقاً لأعداد ذرية متزايدة، من اليمين إلى اليسار. أما في الأعمدة فتظهر عائلات كيماوية أو مجموعات طبيعية، أي عناصر تمتاز بخصائص كيماوية متقاربة نسبياً. إنها حال الهليوم والنيون والأرجون التي تنتمي إلى مجموعة «الغازات الهامدة» أو «الغازات النادرة»، أو مثلاً المعادن الثلاثة: الذهب والفضة والنحاس.

تشكل العناصر كل مادة الكون.

الهيدروجين هو العنصر الأقل وزناً، عدده الذري هو Z = 1. أما العنصر الطبيعي الأكثر وزناً فهو معدن الأورانيوم. عدده الذري هو Z = 92.

كيف تتوزع العناصر؟

الهيدروجين والهليوم هما العنصران الأكثر وفرة في الكون. أما العناصر الموجودة بشكل غالب في الجو والأرض فهي الآزوت والأوكسجين. أما العناصر الأكثر وفرة في القشرة الأرضية فهي السيليسيوم والألومينيوم والأوكسجين. أما العناصر المميزة للكائنات الحية فهي الأوكسجين والكربون والهيدروجين والآزوت والكلسيوم والفوسفور.

بعض العناصر لا توجد في الحالة الطبيعية. فمجموعة وراء الأورانيوم الأكثر وزناً من الأورانيوم يتم إنتاجها اصطناعياً خلال تفاعلات ذرية. آخر عنصر منها هو ميتنيريوم. تم إنتاجه عام 1992 وهو يحمل العدد الذري Z = 109.



عنصر متوفر بكثرة في القشرة الأرضية: المنغنيز.

مندلييف وترتيب العناصر

«من غير الممكن وجود فوضى أو اضطراب في الطبيعة، ومن الضروري وجود قانون أساسي يأخذ بعين الاعتبار الاختلافات والتشابهات بين كل العناصر». لقد استرشد عالم الكيمياء الروسي ديمتري إيفانوفيتش مندلييف (1834 - 1907) بهذه الفكرة، وأجرى مطابقة بين الكتلة الذرية لكل عنصر معروف في تلك الفترة وبين كل خصائصه الكيماوية (درجة حرارة الذوبان، الكثافة...).



وضع بطاقة لكل عنصر وحاول تصنيف العناصر وفقاً لمجموعات طبيعية. اتخذ جدوله شيئاً فشيئاً شكلاً، ولاحظ وجود خانات فارغة لعناصر غير معروفة ينبغي اكتشافها. تم تبني هذا الترتيب من قبل معظم الكيميائيين عام 1869. يظهر هذا الجدول مجموعة العناصر الكيماوية (انظر صفحة 62 - 63) وهو يكتمل شيئاً فشيئاً تبعاً لاكتشاف أو إنتاج عناصر جديدة.

جدول مندلييف

إن جدول العناصر الدوري، المعروف أيضاً بجدول مندلييف يعرض كل العناصر الكيماوية مرتبة بشكل منطقي ومنظم.

لكل عنصر خانته، كل العناصر مرتبة في أسطر متتالية وفقاً لترتيب متزايد لأعدادها الذرية (أو عدد البروتون في نواة ذرتها).

هذا العدد نفسه يساوي عدد الإلكترونات في ذرتها. يُقرأ الجدول وفقاً للأسطر (أو الدورة): من خانة إلى أخرى، نلاحظ أن عدد بروتونات الذرة يزيد وحدة واحدة. على سبيل المثال، للهيدروجين بروتون واحد، للهليوم بروتونان، لليثيوم ثلاثة... بالإمكان قراءة الجدول وفقاً للأعمدة: العناصر الواردة في نفس العمود مثل النحاس والفضة والذهب لها خصائص كيماوية متقاربة. في هذا الجدول، يرمز كل رسم إلى شيء يحتوي على العنصر المعني: مثل الشمس تحتوي على الهيدروجين، وبرج إيفل يحتوي على الحديد، والماء الموجود في حوض السباحة يحتوي على الكلور... أما العناصر التي لا يوجد في مقابلها رسم فهي نادرة الاستعمال.

H 1 هيدروجين

الشمس

Li 3 ليتيوم

زجاج

Be 4 بيريليوم

زمرد

Na 11 صوديوم

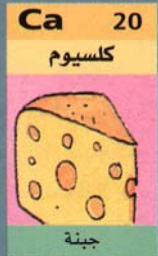
ملح

Mg 12 مانيزيوم

ألعاب نارية

K 19 بوتاسيوم

سماد

Ca 20 كلسيوم

جبنة

Sc 21 سكانديوم


Ti 22 تيتان

شفرة المروحة

V 23 ڤاناديوم

نابض

Cr 24 كروم

واقية الصدمات

Mn 25 منغانيز

أداة

Fe 26 حديد

برج إيفل

Co 27 كوبالت

أشعة جاما

Rb 37 روبيديوم


Sr 38 سترونتيوم


Y 39 يتريوم

شاشة التلفزيون

Zr 40 زركونيوم

مفاعل نووي

Nb 41 نيوبيوم

ملحام

Mo 42 موليبدان

مشعاع

Tc 43 تكنيتيوم

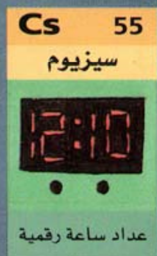
مدرجة كريات

Ru 44 روتينيوم

حلي

Rh 45 روديوم

مرآة شمسية

Cs 55 سيزيوم


عداد ساعة رقمية

Ba 56 باريوم

طلاء

La 57 لانتان

كشاف

Hf 72 هافنيوم

غواصة

Ta 73 تانطال

صاروخ

W 74 تنغستين

ريشة المقدح

Re 75 رينيوم

حلي

Os 76 أوسميوم

ريشة القلم

Ir 77 إريديوم

مسطرة

Fr 87 فرانسيوم


Ra 88 راديوم


Ac 89 اكتينيوم


Ce 58 سيريوم


Pr 59 براسيوديم


Nd 60 نيوديم


Pm 61 بروميتيوم


Sm 62 ساماريوم

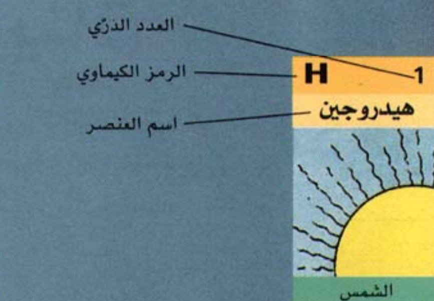

Th 90 توريوم


Pa 91 بروتاكتينيوم


U 92 أورانيوم


Np 93 نبتونيوم


Pu 94 بلوتونيوم



العدد الذرّي
الرمز الكيماوي
اسم العنصر
H
1
هيدروجين
الشمس


He 2
هليوم
منطاد


B 5
بور
مزهرية


C 6
كربون
ألماس


N 7
أزوت
سماد


O 8
أوكسجين
أوكسجين


F 9
فلويور
معجون أسنان


Ne 10
نيون
لافتة كهربائية

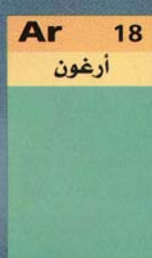

Al 13
ألومنيوم
ألومنيوم


Si 14
سيليسيوم
ترانزستور


P 15
فوسفور
أعواد الثقاب


S 16
كبريت
بركان


Cl 17
كلور
حوض سباحة


Ar 18
أرغون


Ni 28
نيكل
قطع نقدية


Cu 29
نحاس
كابل


Zn 30
زنك
مزراب

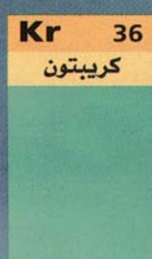

Ga 31
جاليوم
قمر اصطناعي


Ge 32
جرمانيوم
جهاز الراديو


As 33
زرنيخ
السم


Se 34
سيلينيوم


Br 35
بروم
فيلم تصوير


Kr 36
كريبتون


Pd 46
بالاديوم
سن مستعارة


Ag 47
فضة
شوك وملاعق


Cd 48
كادميوم
دهان


In 49
انديوم


Sn 50
قصدير
إناء


Sb 51
انتيموان
أحرف المطبعة


Te 52
تلور
بطارية


I 53
يود
طحالب


Xe 54
كزنيون
ومّاض التصوير


Pt 78
بلاتين
حلي


Au 79
ذهب
سبيكة


Hg 80
زئبق
ميزان الحرارة


Tl 81
تاليوم
مبيد الحشرات


Pb 82
رصاص
رصاص


Bi 83
بزموت

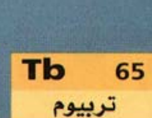

Po 84
بولونيوم


At 85
استات


Rn 86
رادون

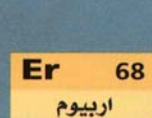

Eu 63
أوروبيوم


Gd 64
كادولينيوم

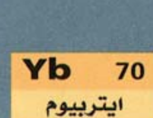

Tb 65
تربيوم

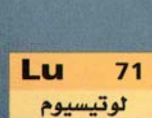

Dy 66
ديسبروسيوم


Ho 67
هولميوم

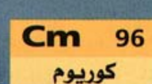

Er 68
اربيوم


Tm 69
توليوم

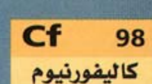

Yb 70
ايتربيوم

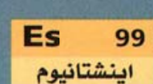

Lu 71
لوتيسيوم


Am 95
اميرسيوم


Cm 96
كوريوم

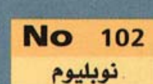

Bk 97
بركيليوم

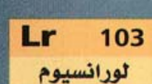

Cf 98
كاليفورنيوم

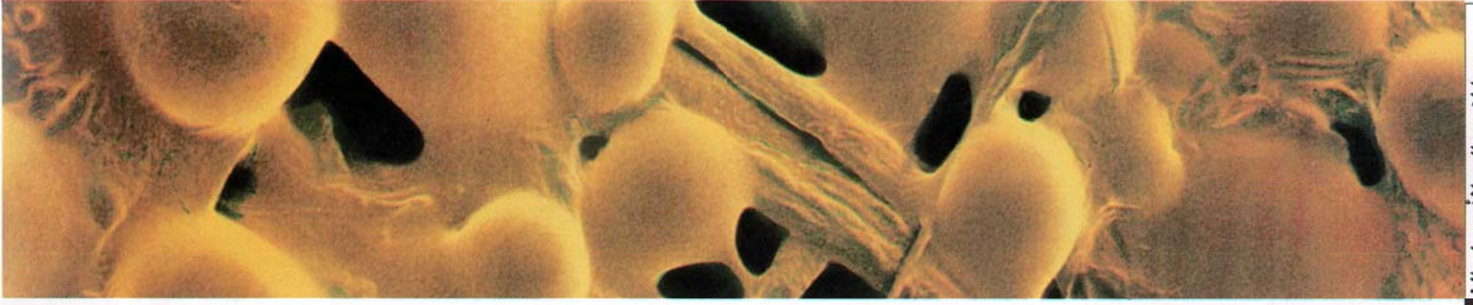

Es 99
اينشتانيوم


Fm 100
فرميوم

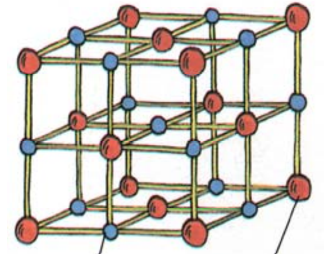

Md 101
مندليفيوم


No 102
نوبليوم


Lr 103
لورانسيوم


يتكون هذا الغراء (كما يظهر في المجهر الالكتروني) من جزيئات جسيمة

الرابطات الكيماوية والجزيئات



الرابطة الإيونية للملح

بعض الأجسام الجامدة لا تتكوَّن من ذرَّات إنما من إيونات، أي ذرات خسرت أو ربحت إلكتروناً واحداً أو أكثر. القوى التي تبقيها مجتمعة هي رابطات إيونية. إنه الحال مع بلورات كلورور الصوديوم (NaCl) أو ملح الطعام، التي تتكون من إيونات الصوديوم Na^+ وإيونات الكلورور Cl^- مرصوصة بالتناوب (انظر الرسم أعلاه).

إن خصائص الأجسام النقية مرتبطة بشكل أساسي بتركيب الجزيئات التي تكونها. فكل **جزيئات** الجسم النقي مماثلة. وهي مكونة من **ذرَّات** متصلة بواسطة **رابطات كيماوية**. هذه الأخيرة هي قوى تتدخل بين ذرتين لتبقيهما معاً.

تشكيلة واسعة من الرابطات

هناك أنواع مختلفة من الرابطات الكيماوية. توجد أجسام جامدة عديدة في الحالة البلورية (كلورور الصوديوم مثلاً) مكونة من تجمع **إيونات** متّحدة معاً بواسطة رابطات إيونية (انظر النص المقابل في الهامش).

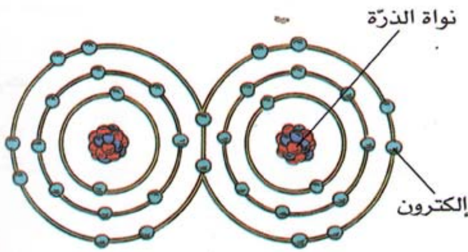
أما الجزيئات، فهي مكونة من ذرَّات متحدة معاً بواسطة رابطات إسهامية التكافؤ. كل تشكيلات الجزيئات موجودة، من الجزيئات الأبسط - جزيئات الأوكسجين، والهيدروجين والماء - إلى الجزيئات الأكثر تعقيداً مثل الجزيئات الجسيمة وهي جزيئات عملاقة تتكون من عدة عشرات أو مئات ألوف الذرَّات. يمكن تفسير هذا التنوع بطريقة ارتباط الذرَّات فيما بينها.

الرابطة الإسهامية التكافؤ

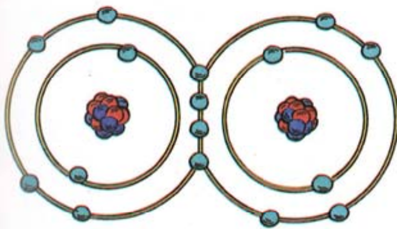
تحتوي الذرَّات على نواة مشحونة إيجاباً ومحاطة بإلكترونات تحمل شحنات كهربائية سالبة. (انظر صفحة 46 – 47). تحدث الرابطة الإسهامية التكافؤ بين ذرتين عندما تقتربان من بعضهما بشكل يكفي كي تتشاركا معاً باثنين من إلكتروناتهما. وهكذا يكون كل إلكترون منتمياً إلى كلتا الذرتين، مما يجعل الذرتين مرتبطتين بشكل قوي.


لبلورات الملح (انظر الصورة) تركيب خاص جداً، كما تبدو في المجهر الالكتروني.

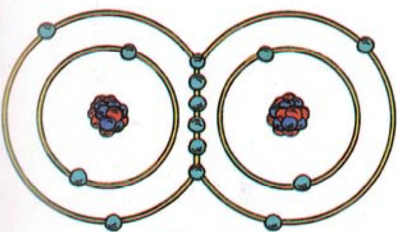
وهكذا فإن جزيئة الديكلور (CL_2) تتكون من ذرتي كلور (Cl) تتشاركان بإلكترونين. يمكن اعتبار ثنائي الإلكترونات المشحونة سلباً كالرباط الذي يوحد النواتين المشحونتين موجباً. إن الرابطة الإسهامية التكافؤ هي اتحاد صلب، مما يجعل الجزيئات الناتجة عنها ثابتة، أي لا يمكن فصل ذراتها إلاَّ إذا تعرضتا فعلاً لدرجات حرارة مرتفعة. إن الرابطة الإسهامية التكافؤ هي الأكثر شيوعاً في الكيمياء العضوية.



جزيئة ديكلور
تتشارك ذرتا كلور بزوج من الإلكترونات: إنها رابطة بسيطة إسهامية التكافؤ.



جزيئة دي أوكسجين
تتشارك ذرتا أوكسجين بزوجي إلكترونات: إنها رابطة مزدوجة إسهامية التكافؤ.



جزيئة دي أزوت
تتشارك ذرتا آزوت بثلاثة أزواج من الإلكترونات: إنها رابطة ثلاثية إسهامية التكافؤ.



تتكون هذه الألياف المركبة (كما تظهر في المجهر الالكتروني) من جزيئات جسيمة



يصنع هذا العالم الاختصاصي نموذجاً ثلاثي الأبعاد لجزيئة جسيمة

الرابطات الإسهامية التكافؤ المختلفة

في جزيئة ما، يمكن للذرّات أن ترتبط فيما بينها برابطة إسهامية التكافؤ أو أكثر. تتكون الرابطة الإسهامية التكافؤ البسيطة من اشتراك زوج إلكترونات. أما الرابطة المزدوجة الإسهامية التكافؤ فهي تتكون عندما يتدخل زوج إلكترونات ثان لربط الذرتين. إنها الحال مع جزيئة الدي أوكسجين (O_2) المكونة من ذرتي أوكسجين (O). وعندما تتدخل ثلاثة أزواج من الإلكترونات تكون الرابطة الإسهامية التكافؤ ثلاثية. إنها الحال مع جزيئة الآزوت (N_2) المكونة من ذرتي أزوت (N). وتبعاً لطبيعة الرابطات الموجودة بين ذرّات جزيئة، يختلف تفاعل هذه الأخيرة مع جزيئات أخرى خلال التفاعلات الكيماوية.



كيف يمكن تمثيل الجزيئات

بالإمكان تمثيل جزيئة بنوعين من الصيغ: صيغة مجملة أو عامة وصيغة مفصلة. وتشير الصيغة المجملة إلى رمز مختلف الذرّات وعددها مثل (Cl_2) لذرتي الكلور (Cl) في جزيئة الديكلور أو (O_2) لذرتي الأوكسجين (O) في جزيئة الدي أوكسجين. تشير الصيغة المفصلة إلى وضعية الذرّات وتمثل الرابطات بواسطة خط. في هذه الحالة، يمكن الإشارة إلى جزيئة الديكلور بـ: Cl — Cl، وجزيئة الدي أوكسجين بـ: O=O.

إن الصيغ المفصلة هي أكثر تمثيلاً لتركيب الجزيئات العام من الصيغ المجملة.

الجزيئات الجسيمة

تتكون جزيئات النشاء، أو السلولوز أو الكاوتشوك من عدد كبير جداً من الذرّات المتحدة فيما بينها بواسطة رابطات إسهامية التكافؤ: إنها الجزيئات الجسيمة. لا تشكل هذه الجزيئات الجسيمة مجموعات مدمجة إنما سلاسل خطية طويلة. وعلى طول هذه السلاسل تتكرّر بشكل منتظم نفس مجموعات الذرّات. وهذه الأخيرة هي التي تميز كل جزيئة جسيمة.



▲ **لماذا يكون الكاوتشوك مطاطاً؟**

إن الكاوتشوك هو جزيئة جسيمة مكونة من مجموعات من الذرّات المماثلة التي تتكرر مشكّلة خطاً منكسراً. بإمكان هذه السلسلة أن تتمدد أو أن تضيق كالمتر القابل للطيّ.

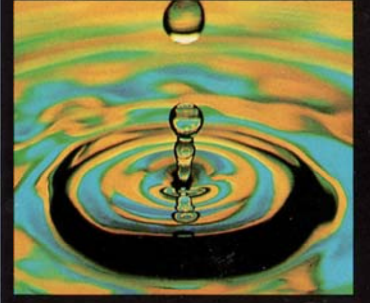
نموذج جزيئة

إن تركيب الجزيئات يسمح بفهم خصائصها الكيماوية.. بغية تصويرها، يضع علماء الكيمياء نماذج كالتالي (جزيئة النايلون الجسيمة): تمثل الكرات مختلف الذرّات أما العصي فترمز إلى الرابطات الكيماوية.

▼



الماء هو الجسم النقي المركب الأكثر انتشاراً على الأَرض. لا غنى عنه للحياة، وهو ضروري لتوازن الكوكب. الماء هو جزيئة بسيطة، تتمتع بخصائص فريدة تثير اهتمام عَالِم الكيمياء.



الماء

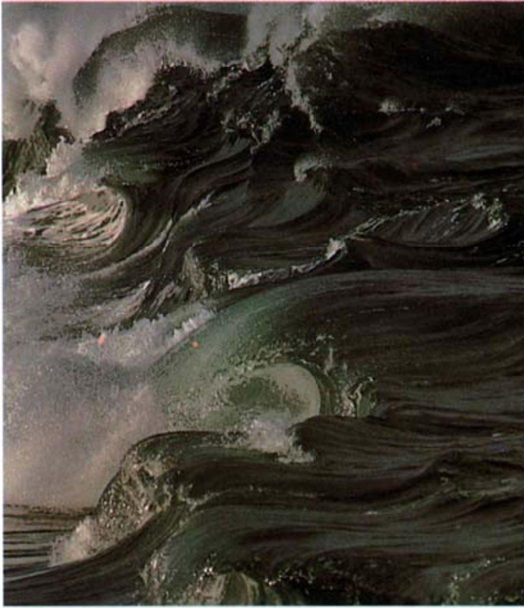
- إيون: ذرَّة أو مجموعة ذرَّات خسرت أو ربحت إلكتروناً واحداً أو أكثر.
- تحليل كهربائي: تفكك كيماوي لمادة في محلول بفعل مرور تيار كهربائي.
- قابل للذوبان: صفة جسم يمكن أن يذوب حتى يشكل محلولاً.
- محلول: مزيج سائل متجانس يتكون من مادتين أو أكثر.
- مذاب: جسم ذائب في سائل.
- مذيب: سائل يمكن أن تذوب فيه مواد كيماوية.
- موصل: جسم قادر على تمرير الحرارة أو التيار الكهربائي.

يثير الماء اهتمام عالم الكيمياء بشكل كبير، خاصة لأنه يذيب عدداً كبيراً من الأَجسام. يسمى الماء المحتوي على جسم ذائب **محلولاً مائياً**. يشكل كيمياء المحاليل فصلاً مهماً في هذا العلم ويلعب الماء فيه الدور المركزي.

خصائص الجليد المدهشة

الماء هو الجسم الوحيد الموجود في الطبيعة في الحالات الثلاث: الحالة الجامدة (جليد، ثلج)، السائلة (البحار، الأنهر، المطر) والغازية (الغيوم والضباب).

إضافة إلى ذلك، يتمتع الماء بخصائص خاصة. على سبيل المثال، إذا أخذنا أوزاناً متساوية، نجد أن الجليد يحتل حجماً أكبر من الماء. لملاحظة ذلك، يكفي أن نضع زجاجة من البلاستيك مليئة بالماء في الثلاجة. بعد عدة ساعات نرى أن الماء قد تجمّد وسبّب انفجار الزجاجة. بتجمده، أي بمروره من الحالة السائلة إلى الحالة الجامدة، أخذ الماء مكاناً أكبر. لقد كبر حجمه، وأدّى الضغط على جوانب الزجاجة إلى انفجارها.



الماء في الحالة السائلة: المحيط.

تحدث هذه الظاهرة في الطبيعة. ففي فصل الشتاء، عندما يتحول الماء إلى جليد، تنفجر الصخور المشبعة بالماء. هذا واحد من آثار الماء المختلفة على تضاريس الأَرض.

هناك خاصة أخرى مدهشة للماء يمكن مشاهدتها بسهولة: يطفو الجليد على سطح الماء. يشكّل ذلك شذوذاً بالنسبة لكل الأجسام الأخرى: فالماء في حالة الجماد يطفو لأنه أقل كثافة (أي أنه أقل وزناً بالنسبة لنفس الحجم) من الماء



الماء في حالة الجماد: جبل الجليد في المحيط الشمالي.



الماء في الحالة الغازية: الضباب

في الحالة السائلة. وهكذا فإن ليتراً من الماء يزن 1 كلغ في حين أن نفس الحجم من الجليد يزن فقط 900 غرام.

ماء وجليد: جزيئات منسّقة بشكل مختلف

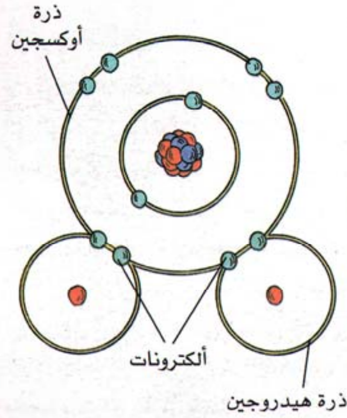
إن تنظيم جزيئات الماء في بلورة من الجليد يفسّر لماذا يكون الجليد أقل وزناً من الماء. في البلورة تنتظم جزيئات الماء بشكل مرتب، على مسافة معينة بعضها من بعض، وفقاً لشبكة (أو ترتيب) قليلة التراص تحتوي على فراغات.
عند ارتفاع درجة الحرارة، تتصدع الشبكة، وتقترب الجزيئات من بعضها، وينزلق بعضها على بعض. إنه الماء في الحالة السائلة. في حجم محدد من السائل، يوجد عدد أكبر من جزيئات الماء منه في نفس الحجم من الجليد.

جزيئة الماء

تتكون جزيئة الماء من ذرتي هيدروجين (H) ومن ذرَّة أوكسجين (O). صيغتها المجملة هي H_2O. كل ذرَّة هيدروجين مرتبطة بذرَّة الأوكسجين بواسطة رابطة إسهامية التكافؤ بسيطة: تتشارك كل ذرَّة مع الأخرى بزوج إلكترونات. بشكل عام، تتوزع الشحنات السالبة والموجبة في الجزيئة بانتظام. لكن جزيئة الماء فريدة. إنها تملك قطباً كهربائياً موجباً قرب ذرَّة الأوكسجين الموجودة فيها، وقطباً كهربائياً سالباً قرب ذرَّات الهيدروجين التي تتكون منها: لذلك يقال إن جزيئة الماء هي مزدوجة الأقطاب. تعود هذه الميزة إلى توزيع الإلكترونات في ذرَّات الجزيئة الثلاث. يفسر هذا التركيب المزدوج الأقطاب العديد من خصائص الماء الفيزيائية والكيماوية، منها قدرته على تذويب المواد.

يسمح الماء بمرور التيار الكهربائي

للماء خاصيّة أخرى: إنه **موصل** للتيار الكهربائي. يمكن تفسير ذلك انطلاقاً من تركيب جزيئة الماء. في الماء النقي، تتفكّك بعض الجزيئات وتعطي **إيونات**. البعض منها يحمل شحنة كهربائية موجبة: إنها إيونات الهيدرونيوم (H_3O^+)، والبعض الآخر يحمل شحنة كهربائية سالبة: إنها إيونات الهيدروكسيد (OH^-).
يسمح وجود هذه الإيونات بمرور التيار الكهربائي. إذا غطسنا إلكترودين متصلين بمولد تيار كهربائي (انظر صفحة 26 – 27) في الماء، فإن الإيونات الموجبة تتجه نحو الالكترود السالب، وتتجه الإيونات السالبة نحو الالكترود الموجب. تؤمن حركة الإيونات هذه مرور التيار في السائل.
تستعمل هذه الميزة في **التحليل الكهربائي** (انظر صفحة 68 – 69).

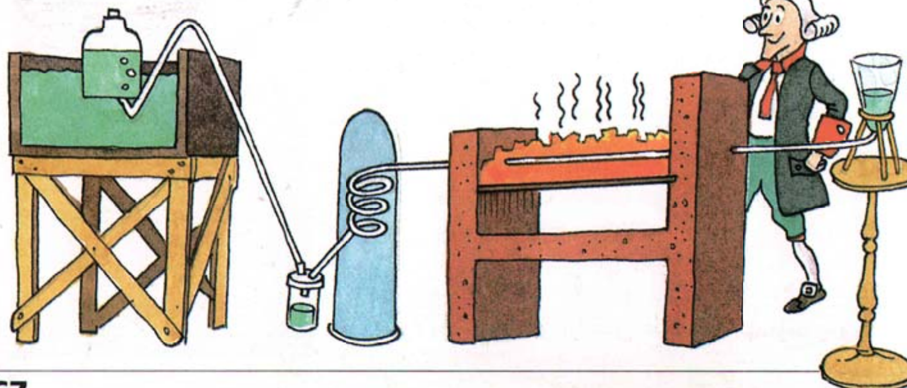


▲
جزيئة الماء

تتكون جزيئة الماء H_2O من ذرّة أوكسجين (O) ومن ذرتي هيدروجين (H). تتكون الذرّات من نواة محاطة بإلكترونات متحركة بسرعة كبيرة على مسار يرمز إليه باللون الأصفر في الرسم المقابل. في مثل جزيئة الماء موضوع الرسم، ترتبط كل ذرّة هيدروجين بذرة أوكسجين بواسطة زوج إلكترونات: إنها رابطة إسهامية التكافؤ بسيطة. (انظر صفحة 64 - 65).

تحليل الماء

يسيل الماء من خزان ويعبر أنبوباً معدنياً مسخناً إلى درجة الاحمرار، فيتحول إلى بخار الماء. يتحلّل هذا البخار إلى غازين: الأوكسجين والهيدروجين. يتثبت الأوكسجين على المعدن فيما يعبر الهيدروجين وبقية بخار الماء غير المتحلل في أنبوب حلزوني الشكل. يتكثف الماء ويتم التقاط الهيدروجين في وعاء زجاجي له شكل الجرس. إن عالم الكيمياء لافوازيه هو الذي أجرى هذا الاختبار لتحليل الماء عام 1783.
▼



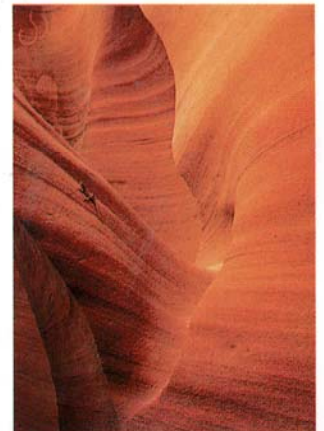


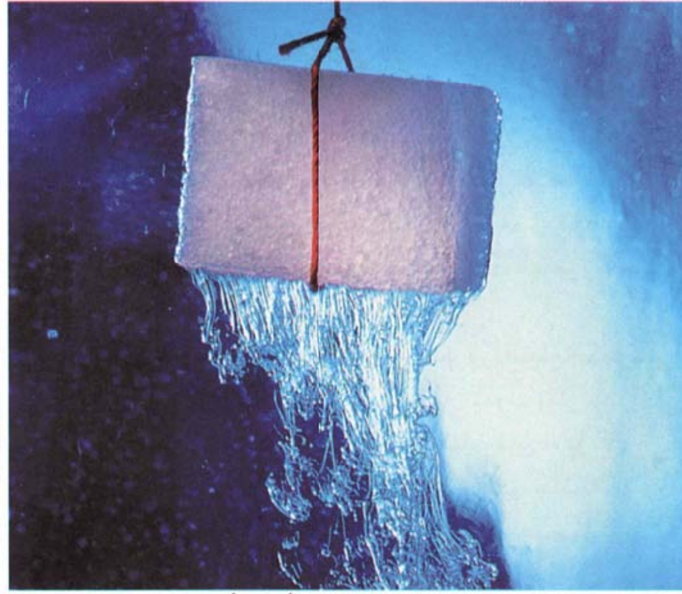
المياه الجارية في الطبيعة

المحاليل المائية

الماء والتآكل

لا يترك سقوط نقطة الماء على حجر أي أثر مرئي ولكن إذا استمر هذا السقوط خلال ملايين السنين، ينتهي الأمر بأن يتآكل الحجر تحت تأثير الماء. إن الماء هو أحد الأسباب الرئيسية لتآكل الصخور. يعتبر تأثير الماء على الصخور في الطبيعة ظاهرة فيزيائية: فالماء يفصل أجزاء دقيقة من الصخر ويحملها إلى البعيد. إنه أيضاً ظاهرة كيماوية: فالماء يعبر الصخور حاملاً أملاحاً معدنية، ويصبح بإمكانه مهاجمة المواد الأكثر مقاومة. وهكذا تذيب السيول والجداول ببطء وباستمرار الأراضي التي تجتازها. إضافة إلى الأثر الفيزيائي، يقوم الأثر الكيماوي بنحت شعب ذات نتوءات فريدة كما يبدو في الصورة.





السكر قابل للذوبان في الماء. إنه يذوب رويداً رويداً إلى أن يختفي.



هذا المحلول مشبع. لقد توقف الملح عن الذوبان وهو يترسب.

يذيب الماء موادَّ عديدة جامدة وسائلة وغازية. تستعمل هذه القدرة المتميزة في طُرق صناعية عديدة لصنع منتجات جديدة. خلال هذه الصناعات، يكون عالم الكيمياء مضطراً لتغيير خصائص المنتجات الموجودة في **محلول** لتكييفها مع تعدد الطرق التقنية.

ما هو المحلول؟

إذا سكبت حفنة من كلورور الصوديوم، أي ملح الطعام، في كوب ماء نقي فإنها تختفي رويداً رويداً، وبسرعة يعود الماء صافياً لكنه مالح. لقد ذاب الملح في الماء: لذلك يقال إن الملح **قابل للذوبان** في الماء. يسمى السائل الناتج محلولاً مائياً من كلورور الصوديوم. كل محلول هو مزيج من **مُذاب ومذيب**. المذاب هو المادة التي تذوب والمذيب هو المادة المسؤولة عن التذويب. إذا كان المحلول مفتقراً إلى المذاب فإنه يكون محلولاً «مخففاً». وإذا كان غنياً بالمذاب فإنه يكون محلولاً «مركزاً». وإذا استمرينا في إضافة الملح تدريجياً إلى محلول مائي من كلورور الصوديوم، نلاحظ أن الملح ينتهي به الأمر بالتوقف عن الذوبان. يُعرف المحلول عندئذٍ «بالمشبع».

زيادة قابلية الذوبان لمنتج معين

على درجة حرارة معينة (20 درجة مئوية)، من الممكن تذويب 365 غراماً من كلورور الصوديوم في ليتر واحد من الماء. يحدد هذا العدد (365 غراماً في الليتر) قابلية الذوبان لكلورور الصوديوم في الماء. يعتبر هذا العدد من إحدى مميزات هذا الجسم.

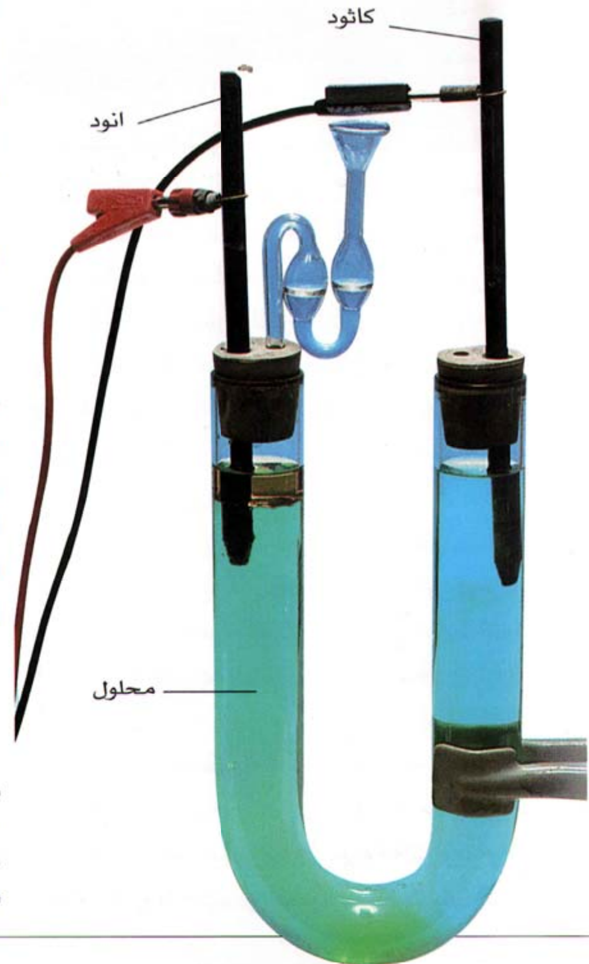
كقاعدة عامة، ترتفع قابلية ذوبان جسم معين في مذيب مع ارتفاع درجة الحرارة. وهكذا، بالإمكان تذويب 365 غراماً من كلورور الصوديوم في ليتر واحد من الماء على درجة حرارة 20 درجة، و380 غراماً على درجة حرارة 100 درجة و360 غراماً فقط على درجة حرارة 10 درجات.



محطة تحليل كهربائي صناعي

زيادة سرعة تذويب مادة معينة

قد تبرز الحاجة إلى زيادة سرعة تذويب مادة معينة. فإذا طُحِنَت هذه المادة قبل وضعها في المذيب، فإنها تذوب بشكل أسرع، لأن مساحة التلامس مع المذيب تكون قد زادت. بالإمكان تسريع التذويب بتحريك المزيج، لأن ذلك يبقي جسيمات الجسم المنوي تذويبه في حالة تعليق حتى الذوبان التام. هناك أنواع عديدة من المزّاجات المستعملة من قبل علماء الكيمياء، ابتداءً من العصى البسيطة المصنوعة من زجاج والمستعملة يدوياً، إلى المزّاجات الصناعية التي تعمل على موجات الأصوات الفوقية.



التحليل الكهربائي لمحلول معين

بعض الأجسام المركّبة تنفصل في الماء إلى **إيونات** تحمل شحنات كهربائية موجبة وسالبة. تنتقل الإيونات بحرية، ويعتبر وجودها ضرورياً في محلول حتى يتمكّن هذا الأخير من تمرير التيار الكهربائي. عندما يمر التيار، تنتقل الإيونات الموجبة والسالبة في اتجاهات معاكسة. يتحلّل الجسم المذاب: إنه **تحليل كهربائي**. تستعمل هذه الطريقة كثيراً في الكيمياء لفصل عناصر جسم مركب موجودة في محلول والتقاطها. إن التحليل الكهربائي لمحلول حامض الكلوريدريك هو المثل الأبسط لذلك. يسكب محلول حامض الكلوريدريك في أنبوب له شكل U. يوجد في كل فرع من فرعي الأنبوب إلكترود مصنوع من الغرافيت وموصول إلى مولد كهرباء، وغاطس في المحلول.

يحتوي هذا المحلول بشكل رئيسي على إيونات الهيدرونيوم (H_3O^+) الموجبة وإيونات الكلورور (Cl^-) السالبة، الناتجة عن تذويب الحامض في الماء. أحد الإلكترودات (الأنود) هو موجب والآخر (الكاثود) هو سالب (انظر صفحة 26 – 27).

عندما يمر التيار، تتجه الإيونات المشحونة سلباً نحو الإلكترود الموجب، فيما تتجه الإيونات المشحونة إيجاباً، في الاتجاه المعاكس، نحو الإلكترود السالب. عند الأنود، ينبعث غاز هو الديكلور (Cl_2). عند الكاثود ينبعث غاز آخر هو الديهيدروجين (H_2).

جهاز التحليل الكهربائي

يتألف هذا الجهاز البسيط للتحليل الكهربائي من أنبوب له شكل U يغطس في كل فرع من فرعيه إلكترود. هذه الإلكترودات متصلة بمولد تيار كهربائي. أحد الإلكترودات موجب (الأنود) والثاني سالب (الكاثود). يُسكَب المحلول في الأنبوب. عندما يمر التيار، تنفصل مختلف العناصر الحاضرة في المحلول. ويمكن التقاطها عند الأنود والكاثود.

التلبيس الكهربائي

إن التلبيس بالكهرباء هو تطبيق للتحليل الكهربائي الذي يقضي بترسيب طبقة من معدن على معدن آخر أقل مقاومة. على سبيل المثال، بالإمكان تفضيض ملاعق وشوك وسكاكين معدنية بتغطيتها بطبقة رقيقة من الفضة. لهذه الغاية، توضع الملاعق والشوك والسكاكين على «حاملة» تكون على تماس مع الكاثود. (انظر الصورة التالية).



توجد الفضة على الأنود بشكل معدن وفي المحلول بشكل ملح. عندما يمر التيار، تنتقل إيونات الفضة نحو الكاثود وتترسب على الملاعق والشوك والسكاكين المتصلة به. كلما كانت شدّة التيّار مرتفعة ومدة العملية أطول، كلما كانت سماكة المعدن المترسب أكبر. وبنفس الطريقة، بالإمكان الطلي بالذهب أو بالكروم لأشياء مصنوعة من الحديد أو الزهر (Fonte) أو الفولاذ.



يبتكر علماء الكيمياء موادَّ جديدة وذلك بإجراء تفاعل بين الأَجسام. وهذا ما يُعرف بالتفاعلات الكيماوية. يجري الكثير منها بين حوامض وقواعد وبعضها الآخر يكون تفاعلات أكسدة.

التفاعلات الكيماوية

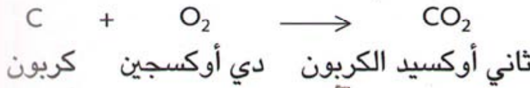
- **إيون:** ذرَّة أو مجموعة ذرَّات خسرت أو ربحت إلكتروناً واحداً أو أكثر.
- **حامض:** جسم مركب تتفكك جزيئته في الماء وتعطي إيونات هيدرونيوم H_3O^+.
- **قاعدة:** جسم مركب تتفكك جزيئته في الماء مطلقة إيونات هيدروكسيد OH^-.
- **مختزل (أو محلل):** مادة تتحد مع الأوكسجين أو، بشكل أشمل، مادة تطلق إلكترونات.
- **مؤكسد:** مادة تعطي الأوكسجين، أو بشكل أشمل، مادة تتلقى إلكترونات.

تسمح التفاعلات الكيماوية لعلماء الكيمياء بإنتاج مواد جديدة. يقوم هؤلاء العلماء في مختبراتهم بتحليل بعض المواد وبإنتاج مواد جديدة انطلاقاً من نفس العناصر. تمتاز المواد الجديدة بخصائص مختلفة عن خصائص المواد الأولى.

ما هو التفاعل الكيماوي؟

تتنقل الجزيئات داخل الأجسام. وهي تصطدم فيما بينها خلال هذه التنقلات. وإذا كانت الصدمة عنيفة بما فيه الكفاية، فيمكن أن يسبب ذلك انشطار الجزيئات. تنفصل الذرَّات التي تكونها ثم تعود وتتجمع سريعاً، مما ينتج جزيئات جديدة وبالتالي أجساماً جديدة. عندها يقال إن تفاعلاً كيماوياً قد جرى. ويقال أيضاً إن الأَجسام قد تفاعلت فيما بينها. يحدث ذلك في ظروف محددة تماماً. بالإمكان كذلك تصوير تفاعل كيماوي كمعادلة. فيسجل الأَجسام التي تفاعلت فيما بينها أولاً ثم يسجل الأَجسام الناتجة. وبين الاثنين، يوضع سهم لتحديد اتجاه التفاعل.

في هذه المعادلة يشار إلى الجزيئات بصيغتها المجملة (انظر صفحة 64 – 65) التي تحدد العناصر التي تتكون منها وعدد ذرَّات كل عنصر. على سبيل المثال، إذا جعلنا الكربون (C) يتفاعل مع الدي أوكسجين (O_2)، فإننا نحصل على غاز هو ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) تكتب معادلة هذا التفاعل كما يلي:



$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

كربون — دي أوكسجين — ثاني أوكسيد الكربون

الحوامض والقواعد

هناك تفاعلات كيماوية عديدة تُشرك **حوامض وقواعد**. الحوامض والقواعد هي أجسام نقية مركبة، ذات أهمية كبيرة في الكيمياء. يوجد حوامض كثيرة العدد في الطبيعة. فالبرتقال والليمون الحامض يحتويان على حامض الليمونيك الذي يعطيهما الطعم الحامض واللاذع. تحتوي أوراق القرّاص على حامض النمليك، المسبب لوخزها المؤلم. أما الغاز المتصاعد من المشروبات الغازية فهو حامض الكربونيك. فيما يتعلَّق بالقواعد، فإنها موجودة في منتجات عادية عديدة مثل الصابون والصودا الكاوية (العنصر الأساسي لأدوات التنظيف في الأفران)، والأمونياك، والأعمدة أو البطاريات القلوية.

إن التفاعلات التي تشرك حوامض وقواعد هي أمثلة جيدة لتفسير كيفية انفصال ذرات الجزيئات الموجودة قبل بداية التفاعل ثم كيفية إعادة اتحادها لإنتاج جزيئات جديدة.

المحاليل الحمضية

إن المحاليل الحمضية هي نتيجة مزج حامض مع الماء. فالماء النقي يحتوي على **إيونات** هيدرونيوم H_3O^+ وإيونات هيدروكسيد OH^- بكميات قليلة



فقاعات صابون: قاعدة ضعيفة



تفاعل كيماوي: تآكل المعدن تحت تأثير الحامض



تلون ورق الدليل بالأحمر يكشف إنتاج الحامض خلال هذا التفاعل.

(انظر صفحة 66 – 67). عندما يسكب الحامض في الماء، تتحلل جزيئات الحامض وتعطي إيونات هيدرونيوم H_3O^+. إنه تفاعل كيماوي يمكن كتابته بشكل معادلة.

يرتفع العدد الإجمالي لإيونات الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول ويصبح أكبر من عدد إيونات الهيدروكسيد. لذلك نقول إن المحلول هو حامضي. يمكن لحامضية المحلول أن تكون متفاوتة القوة. كلما ارتفع عدد إيونات الهيدرونيوم كلما كان المحلول حامضياً. عصير الليمون مثلاًهو محلول حامضي ضعيف. له طعم حامض بعض الشيء لكنه ليس خطراً. في المقابل، إن الحوامض القوية المستعملة في المختبر، هي خطرة جداً وهي تأكل الجلد.

المحاليل القاعدية

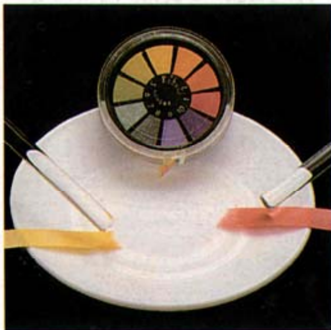
عندما يكون عدد إيونات الهيدروكسيد الموجودة في محلول أكبر من عدد إيونات الهيدرونيوم، فإن المحلول يكون قاعدياً. في الماء، تتحلل جزيئات قاعدة ما مطلقة إيونات هيدروكسيد. يصبح المحلول قاعدياً، وهذا يمكن الإشارة إليه بشكل معادلة. كلما ارتفع عدد إيونات الهيدروكسيد، كلما كانت قاعدية المحلول قوية. أما القواعد الضعيفة فلها طعم مر وتعطي عند لمسها إحساساً صابونياً. في المقابل، تثير القواعد القوية الجلد بشكل حاد.

التفاعلات بين الحوامض والقواعد

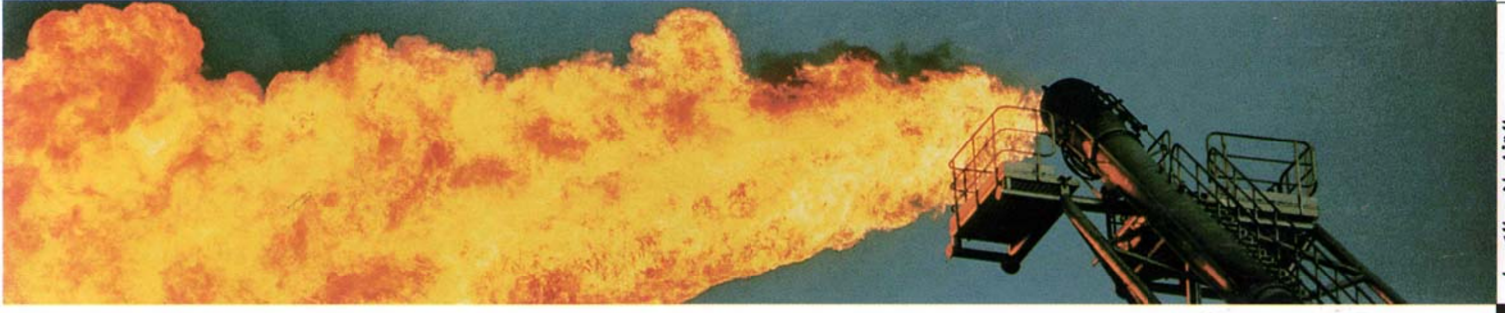
عندما يُسكب حامض رويداً رويداً على محلول قاعدي، يحصل تفاعل كيماوي مميز. يعادل الحامض القاعدة. إنه تفاعل تعادلي حامض/قاعدة. بالإمكان كشف هذا التفاعل بواسطة دليل ملون موجود في المحلول بكمية قليلة. فإذا أخذنا محلول الصودا القاعدي وفيه بعض قطرات من الدليل، فنجد أن له لوناً متميزاً. وإذا أضفنا بشكل تدريجي حامض الكلوريدريك، نلاحظ أن الدليل قد تغير لونه. لم يعد المحلول قاعدياً: لم يعد يوجد صودا في المحيط. لقد عادل حامض الكلوريدريك الصودا. وبعد تبخر كل المحلول، يبقى ترسباً صلباً أبيض اللون: إنه ملح يعرف بكلورور الصوديوم. هذه القاعدة هي عامة: تتفاعل الحوامض والقواعد معاً لتعطي الماء والأملاح. إضافة إلى ملح الطعام (أو كلورور الصوديوم)، يوجد آلاف الأملاح الأخرى في الطبيعة. الكثير من المعادن الخام مثل الياقوت الأصفر، وهو حجر أصفر اللون، أو الجص، وهو حجر أخر، هي أملاح. وهكذا تحتوي المياه المعدنية على أملاح معدنية ذائبة (بيكربونات، سلفات، كبريتور) مفيدة للصحة.

كيفية اختبار الحموضة والقاعدية؟

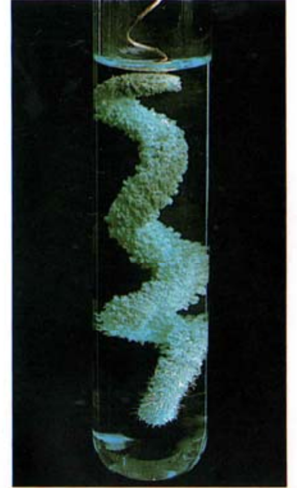
يحتاج عالم الكيمياء إلى معرفة مدى قوة أو ضعف حامض أو قاعدة، أي أن يختبر حموضته أو قاعديته.لهذه الغاية، يستعمل دلائل عديدة لكن الأكثر شيوعاً منها هو: «الورق العام» لقياس الرقم الهيدروجيني، الذي يقيس قوة الحوامض والقواعد (PH). يتغير لون هذا الورق عندما توضع عليه نقطة من المحلول.



إنه يأخذ اللون الأحمر في محلول حامضي، واللون البنفسجي في محلول قاعدي، مروراً بسلسلة من الألوان الواقعة بين اللونين المذكورين. مع كل لون تتطابق قيمة معينة لـ PH. يمتد جدول الـ PH بين صفر و14. قيمة الـ PH الخاص بالحامض هي أقل من 7. كلما كان الحامض قوياً كلما أصبح الـ PH الخاص به ضعيفاً. الـ PH الخاص بالمحلول المحايد يساوي 7. والقاعدة لها PH أكبر من 7. كلما كانت القاعدة قوية كلما ارتفعت قيمة الـ PH الخاص بها.


أكسدة حية: مشعال منصة بترولية

تفاعلات الأكسدة



▲ **الأكسدة التحويلية أو الأكسدة والإرجاع**

عندما يغطس سلك من النحاس في محلول لا لون له من نيترات الفضة، فإنه يكتسي بطبقة ثلجية بيضاء فيما يصبح لون المحلول أزرق. يعرف هذا التفاعل بالأكسدة التحويلية. خلال هذا التفاعل، يتأكسد معدن النحاس. لقد خسرت ذراته إلكترونات أي إنها تحولت إلى إيونات نحاسية تعطي اللون الأزرق للمحلول. أما الفضة الموجودة في المحلول بشكل إيونات فإنها قد اختُزِلَت وتحوّلت إلى معدن.

احتراق الكبريت

يحترق الكبريت في الأوكسجين ويبعث ومضاً أزرق اللون. ◄

تحدث الأكسدة عندما تتفاعل مادة معينة مع الأوكسجين. إن تفاعلات الأكسدة هي متكررة الحدوث لأن الأوكسجين هو مفاعل جداً. فهو يشارك في تفاعلات كيماوية عديدة ويتحد بعناصر عديدة ليعطي أوكسيدات. الأمثلة عن تفاعلات الأكسدة عديدة. نذكر منها: احتراق الفحم (أي حرقه في حضور الأوكسجين) في مرجل أو احتراق غاز المدينة في مِطبَخة، تكوّن الصدأ على مروحة السفينة، ترسّب قشرة رقيقة بيضاوية اللون من التوتياء أو من الألومنيوم...

الأوكسجين الغازي

الأوكسجين هو العنصر الأكثر انتشاراً في الطبيعة. في حالته الغازية، يتكون من جزيئات من الدي أوكسجين (O_2). وكل واحدة منها تتكون من ذرتي أوكسجين (O). إن الدي أوكسجين الغازي هو جسم نقي بسيط لا لون له، لا رائحة له ولا طعم له. من غير الممكن إذن رؤيته أو شمه خلافاً لغازات أخرى.
هو موجود في جو الأرض ولا غنى عنه لتنفس الكائنات الحية.
يتفاعل الأوكسجين بسهولة مع الهيدروجين والكبريت والمعدن بشكل عام ليعطي أوكسيدات. هذه العملية التي تُعرف



«بالأكسدة» هي تفاعل كيماوي متميز. يمكن أن يجري هذا التفاعل بشكل سريع مع انبعاث لهب: إنها الأكسدة الحية. يمكن كذلك أن يجري بشكل تدريجي دون آثار مرئية: إنها الأكسدة البطيئة.

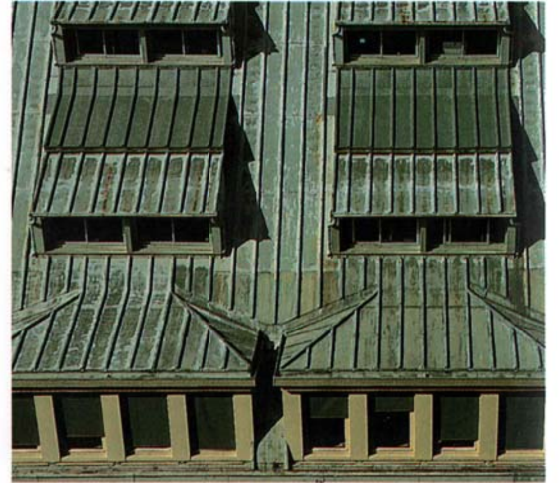
الأكسدة الحية

تتفاعل بعض المعادن بعنف مع الأوكسجين. إنه احتراق أو تفاعل أجسام حية.
في بعض الأحيان يكون هذا التفاعل تلقائياً. فالصوديوم مثلاً يشتعل بمجرد وجوده مع الأوكسجين ويحترق باعثاً لهباً صفراوي اللون مع حرارة. لهذا السبب ينبغي حفظ هذا المعدن بمعزل عن الهواء، في سائل لا تحتوي جزيئته على الأوكسجين، كالبنزين مثلاً.
مع معادن أخرى، لا يكون تفاعل الأكسدة تلقائياً: ويجب تحضيره (أي إطلاقه) برفع درجة الحرارة. إذا أشعلنا شريطاً من المغنيزيوم مثلاً، نرى أنه يحترق بشعلة كثيفة. عند نهاية التفاعل، نحصل على أوكسيد المعدن الذي يظهر بشكل أبيض وهش. في الماضي، كان المصورون يستعملون كثيراً ومض المغنيزيوم، لكنهم استعاضوا عنه بالوماض الإلكتروني.

الأكسدة البطيئة

ليست كل تفاعلات الأكسدة احتراقاً. فإذا تعرضت صفيحة مصنوعة من الحديد مثلاً للهواء الرطب خلال بعض الوقت فإنها تصدأ. تكتسي الأسقف المصنوعة من الزنك وإطارات الشبابيك المصنوعة من الألومنيوم بقشرة رقيقة بيضاء اللون. يقول عالم الكيمياء إن هذه المعادن قد تآكلت. إن التآكل هو أكسدة بطيئة، تحصل دون انبعاث ضوء ودون إطلاق حرارة يمكن قياسها. إن تنفس الكائنات الحية هو مثل آخر عن الأكسدة البطيئة. يمتص


أكسدة بطيئة : الصدأ


يتأكسد الزنك ببطء إذا تعرض للهواء.

مجموع الأعضاء الأوكسجين عند الشهيق، ثم تطرح خارجاً الهواء الذي يفتقر كثيراً إلى الأوكسجين والذي يحتوي خاصة على ثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء. وتنتج هذه الغازات عن الأكسدة البطيئة والمعقدة لمكونات بعض جزيئات الخلايا الحية مثل الكربون والهيدروجين، وتمر بعدة مراحل متوسطة. يبعث هذا الاحتراق البطيء حرارة. وبفضل هذه الاحتراقات تحديداً تحافظ الأعضاء على درجة حرارتها الداخلية.

الأكسدة والإرجاع

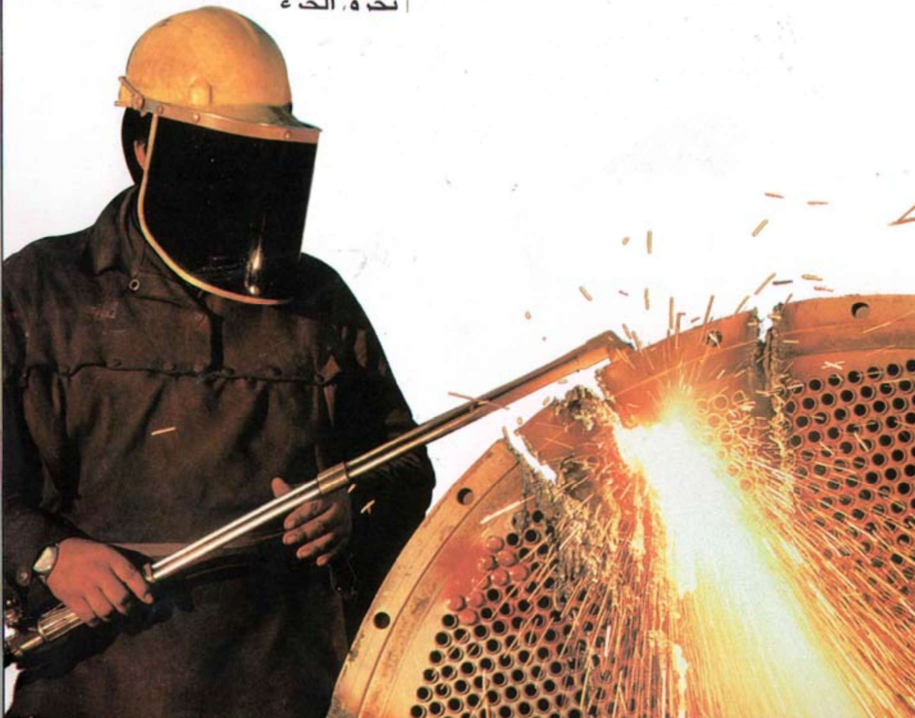
ماذا يحدث داخل الذرَّات خلال تفاعل الأكسدة؟ تتألف الذرَّات التي تكون الجزيئات من نواة محاطة بإلكترونات في حركة سريعة (انظر صفحة 46 – 47): هذه الإلكترونات موجودة على طبقات مختلفة البعد بالنسبة للنواة. خلال تفاعل الأكسدة، يحصل تبادل إلكترونات بين الذرَّات. فعلى سبيل المثال، تمتلك ذرَّة المغنيزيوم، على طبقتها الأكثر بعداً عن النواة، إلكترونين تميلان إلى ترك الذرَّة، في حين أن ذرَّة الأوكسجين قادرة بسهولة على تلقّف إلكترونين. وعليه فبإمكان التفاعل بين المغنيزيوم والأوكسجين أن يحصل بسهولة. تطلق ذرَّات المغنيزيوم إلكترونات (تعطيها لذرَّات الأوكسجين). تربح ذرات الأوكسجين إلكترونات (تأخذها من ذرَّات المغنيزيوم). عندما تضم ذرَّة الأوكسجين الإلكترونين اللذين كانا تابعين للمغنيزيوم، فإن جزيئة جديدة تكون قد تكونت، إنها جزيئة أوكسيد المغنيزيوم. هذا التفاعل هو تفاعل أكسدة.

بالنسبة لعالم الكيمياء، الأكسدة هي إذن خسارة إلكترونات من قبل جسم معين. وهي تحصل دائماً في نفس الوقت مع ربح إلكترونات يعرف «بالاختزال». العنصر الذي يخسر إلكترونات هو **المختزل**. يقال أيضاً إنه قد تأكسد. والعنصر الذي يربح الإلكترونات هو **المؤكسد**. يقال أيضاً إنه قد اختزل. يسمي الكيميائي هذا التفاعل العام جداً أكسدة تحويلية: أكسدة المختزل واختزال المؤكسد. هذا التفاعل نصادفه دائماً في كل مجالات علم الكيمياء.



من تطبيقات الأكسدة

يستعمل الملحام أو الحملاج للتلحيم وللقطع في آن معاً. يتحد في داخله الأسيتيلين والأوكسجين مما يولِّد لهباً شديد الحرارة. إنها عملية أكسدة. إذا استُعمل للتلحيم (انظر الصورة أعلاه)، تلتهب قطعتا المعدن المتلامستان وتذوبان ثم تلتحمان. وخلال عملية القطع (انظر الصورة إلى أسفل)، يذيب اللهب المعدن فيما تقوم نضخة من الأوكسجين النقي بحرق الجزء







تفاعل كيماوي:
الألعاب النارية

إن الألعاب النارية هي سلسلة من التفاعلات الكيماوية التي تستحق المشاهدة. في مرحلة أولى، يقوم مزيج شديد الالتهاب ويضم ملح البارود، والكبريت والفحم ببعث غاز يطلق سهماً نارياً. وفي مرحلة ثانية، يشتعل مزيج آخر، مما يعطي لهباً ملوناً. بالنسبة للألعاب النارية المعروفة بنار البنغال، يختار الكيماويون مُزُجاً تعطي أجمل الألوان. غالباً ما نحصل على الألوان الحية بواسطة المعادن: يعطي الباريوم الضوء الأخضر، ويعطي السترونتيوم اللون الأحمر اللامع، ويعطي المغنيزوم اللون الأبيض الفاقع.

٥



استناداً إلى معرفتهم للعناصر الكيماوية ولتركيب المواد الطبيعية وللتفاعلات الكيماوية، يستطيع علماء الكيمياء إنتاج مواد جديدة. وقد نشأت عن هذه الأبحاث صناعة هامة.

كيمياء المواد

- **بلاستيك حراري: مادة بلاستيكية تلين وتذوب عندما تسخن.**
- **تحليل كيماوي: طريقة تسمح بمعرفة تركيب جسم أو مادة.**
- **تركيب: تكوين جسم مركب انطلاقاً من عناصره.**
- **خليط (أو سبائك): مزيج بين عدة معادن أو بين معدن وجسم آخر غير معدني مثل الكربون.**
- **زيت معدني (نفطا): مزيج من مجموعة من الهيدروكربور الناتجة عن تقطير النفط الخام.**
- **قابل للتصلب بفعل الحرارة: مادة بلاستيكية تظل صلبة بعد التسخين.**
- **قابل للتطريق: صفة جسم صلب يمكن ضغطه دون أن ينكسر.**
- **قابل للسحب: صفة جسم صلب قابل لتغيير شكله دون أن ينكسر.**
- **معدن خام: صخر يحتوي على معدن بشكل جسم مركب.**
- **مكثف أو شنيظ أو بوليمر: مركب عضوي يتكون من جزيئات جسيمة تتكون بدورها من جزيئات أصغر منها تعرف بالمونومير أو بسيط الجزيئات.**
- **هيدروكربور: جسم مركب من الكربون والهيدروجين.**

لا يمكن لعالم الكيمياء أن يدرس المادَّة دون أن يحولها. يبدأ عمله **بالتحليل الكيماوي** - تحديد عناصر مركب معين - وينتهي **بالتركيب** أي إعادة تركيب المركب موضوع الدرس انطلاقاً من عناصره. هذه القدرة على التركيب، التي تتقوى أكثر وأكثر تسمح للكيمياء باختراع مواد جديدة بشكل مستمر.



تحول الصناعة البتروكيماوية البترول إلى منتجات متنوعة.

التحليل والتركيب

يبدأ التحليل الكيماوي بتحديد طبيعة الذرَّات التي تدخل في تكوين جزيئة (انظر صفحة 64 – 65) وعددها. يظهر هذا التكوين الذري في الصيغة المجملة للجزيئة. وهكذا فإن جزيئة الدي أوكسجين المكونة من ذرتي أوكسجين (O) تكتب O_2.
إلا أنه ينبغي معرفة كيفية ارتباط ذرات الجزيئة فيما بينها، حتى يصبح بالإمكان تصوير كيفية تفاعل الجزيئة.
تتوضح هذه الرابطات في الصيغة المفصلة للجزيئة حيث تظهر وضعية الذرَّات ويرمز إلى الرابطات الكيماوية بخط. في هذه الحالة، يرمز إلى جزيئة الدي أوكسجين بـ O=O.
لكن هذه الصيغة لا تعطي المعلومات بما فيه الكفاية. ففي الواقع ليست الجزيئة شيئاً مسطحاً، لكنها تنتشر وفقاً للأبعاد الثلاثة في الفضاء. لهذا السبب يضع عالم الكيمياء نموذجاً يعرف «بالنموذج الجزيئي»، مكوناً من كرات ترمز إلى الذرَّات وعصي ترمز إلى الرابطات الكيماوية. يصور هذا النموذج في الفضاء تركيب الجزيئة الذي يحدد كل خصائصها الكيماوية. واستناداً إلى معرفة تركيب الجزيئة، يصبح بالإمكان كذلك اتباع منهج معاكس: إعادة تركيب الجزيئة انطلاقاً من عناصرها الكيماوية. وهكذا تطور التركيب الذي يُعرف أيضاً بفن إنتاج الجزيئات.

المعادن واللدائن (البلاستيك)

إذا كان عمل المعادن قد بدأ منذ عصور ما قبل التاريخ، فإن القائمة التي تضم كل المعادن الموجودة لم يتم وضعها إلاَّ بمساعدة جدول مندلييف (انظر صفحة 62 – 63). لقد سمحت المعرفة الدقيقة لمجموعة المعادن بتحديد تقنية معالجتها التي تُعرف أيضاً بالعدانة. وهكذا فإن الصناعة اليوم تنتج



قضبان من النحاس الخام قبل معالجتها في المصنع



تحليل كيماوي في المختبر لمواد تحتوي على الكربون.

بسهولة موادُّ تُعرف **بالخليط** أو **السبائك**. تمتاز هذه المواد بخصائص مطلوبة جداً وغير متوفرة في أي معدن طبيعي. فالمعادن في غالبيتها لينة وقليلة المقاومة إلاَّ أنه إذا تم خلط معدنين تكون الحصيلة مادة أكثر صلابة. فالبرونز مثلاً هو خليط من النحاس والقصدير. هذان المعدنان هما في الواقع **قابلان للتطريق** وليسا سريعي الانكسار في حين أن البرونز هو صلب وسريع الانكسار. وبما أن خصائص المعادن ليست دائماً مرضية، فإن الخليط يستجيب بشكل أفضل إلى مقتضيات الصناعة، وهو يعطي صورة عن القدرة التحويلية للكيمياء.

ومع اللدائن (البلاستيك)، يخلق الكيمياء بشكل اصطناعي طبيعة ثانية. ففي الواقع لا توجد اللدائن (البلاستيك) في الطبيعة، إنها عبارة عن أجسام تركيبية تنتجها الصناعة الكيماوية. لقد أصبح إنتاج البلاستيك هاماً أكثر وأكثر وهو غالباً ما يحل محل المعادن، سواء في صناعة هياكل السيارات أو أنابيب القنوات أو الأشياء ذات الاستعمال اليومي.

الكربون، هو العنصر الأساسي لمواد عديدة

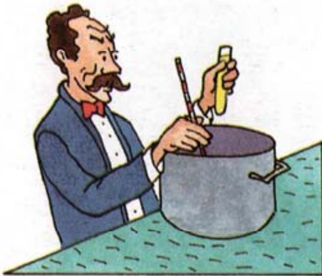
لإنتاج مواد جديدة، يتم إيجاد جزيئات معقدة انطلاقاً من عناصر كيماوية. والكربون هو من أكثر العناصر استعمالاً. ولكن من أين يأتي الكربون؟ لقد تنظمت الحياة حوله منذ حوالي 4,5 مليار سنة. لقد ذابت جزيئات صغيرة تحتوي على الكربون (جزيئات عضوية) في المحيطات التي كانت تغطي الأرض، وتجمعت في جزيئات أكبر، ولّدت بعد ملايين السنين، أول خلايا حية. لقد أصبح من المعلوم اليوم أن للكربون قدرة فريدة على الاتحاد مع ذرّات أخرى لتكوين تشكيلة كبيرة من الجزيئات. إضافة إلى ذلك، إنه العنصر الوحيد الذي يتحد باستمرار مع نفسه. تفسر هاتان الميزتان لماذا يعتبر الكربون أحد العناصر الأكثر استعمالاً في البحث عن مواد جديدة.

كتلة غرافيت:
كربون في الحالة الطبيعية

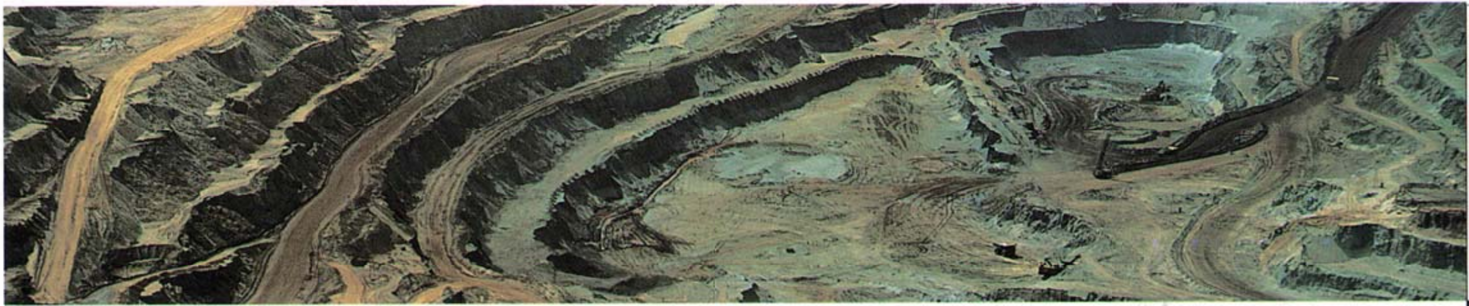


التركيبات الكيماوية التي أجراها مارسولان برتولو

لقد وجه عالم الكيمياء الفرنسي مارسولان برتولو (1827 - 1907) الجزء الأهم من أبحاثه نحو تركيب (أو إنتاج) منتجات عضوية. في تلك الحقبة، كان معظم علماء الكيمياء يظنون أن الكائنات الحية وحدها قادرة على تركيب هذه المواد.



لكن برتولو نجح، بطريقة اصطناعية، في تركيب مواد كيماوية موجودة في الكائنات الحية. فقد تمكن من إنتاج حامض النمليك، وهي مادة يفرزها النمل. وانطلاقاً من العناصر المميزة للمنتجات العضوية (الكربون، الهيدروجين، الأوكسجين، الآزوت) تمكن بعد ذلك من الحصول على مركبات عديدة أخرى، من هذه المركبات الأكثر شهرة الأسيتيلين. تركّز جزء آخر من نشاطه على دراسة كميات الحرارة التي تترافق مع التفاعلات الكيماوية.



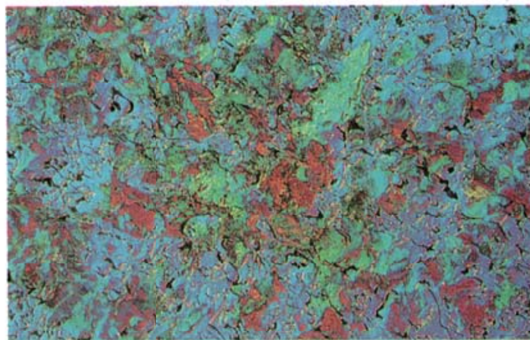
يستخرج الحديد من هذا المنجم

المعادن

من البرونز إلى الألومنيوم

إن صناعة المعادن، أو التعدين هي صناعة قديمة جداً استمرت في التطور مع تقنيات معالجة المعادن. لقد وجدت هذه الصناعة حوالى 3000 سنة قبل الميلاد خلال العصر البرونزي. وحوالي العام 1500 قبل الميلاد بدأ عصر الحديد.
نشأت صناعة الحديد والصلب مع ظهور الصلب في القرن الثامن عشر، ومعها بدأ تطور الصناعة الكبيرة.
وأخيراً، أخذ الألومنيوم أهمية في القرن التاسع عشر بعد ابتكار تقنيات جديدة للتنقية بواسطة التحليل الكهربائي (التعدين الكهربائي).
من جملة منافعه، سمح هذا المعدن الخفيف الوزن بتطور الطيران والصناعة الفضائية.
نرى في الصورة سلسلة لف صفائح ألومنيوم.





الحديد كما يبدو في المجهر.

تمثل المعادن ما يقارب ثلاثة أرباع العناصر الكيماوية (انظر صفحة 60 – 61). لكن البعض منها فقط، مثل الذهب أو الفضة، يوجد في الطبيعة بشكل أجسام بسيطة. أما البقية فهي موجودة بشكل أجسام مركبة مثل الكبريتور، والكربونات، وخاصة الأوكسيد المعدني. وهكذا فإن حجر المغنطيس (المغناطيت) والهيماتيت اللذين يستخرجان بسهولة من المناجم هما أوكسيد الحديد. كما أن البوكسيت، أي خام الألومنيوم الأكثر استعمالاً في الصناعة، يحتوي على أوكسيد الألومنيوم بشكل رئيسي. انطلاقاً من هذه **الخامات المعدنية**، أي من الصخور التي تحتوي على معدن بشكل جسم مركّب، يتم إنتاج الأشياء المعدنية.

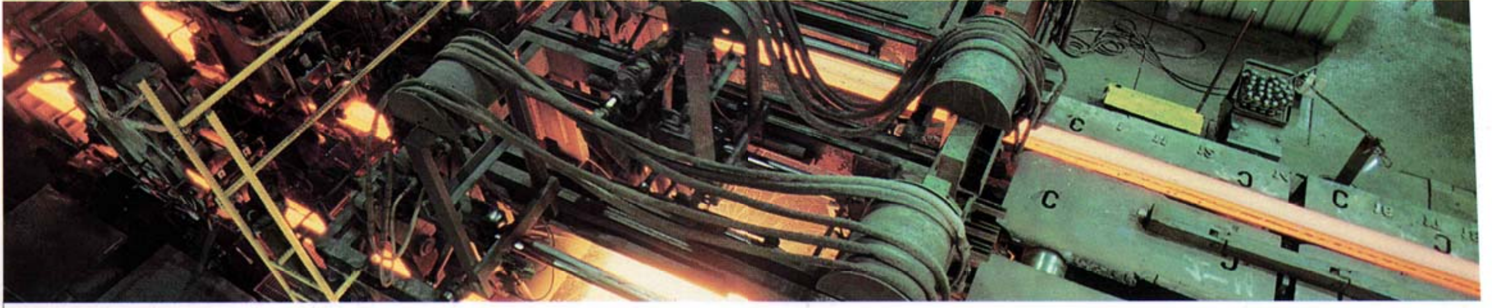
إنتاج المعادن انطلاقاً من الخامات المعدنية

بدءاً من الملاعق والشوك والسكاكين وصولاً إلى هياكل السيارات، إننا نستعمل كل يوم أدوات معدنية لا تحصى. كلها مصنوعة من خامات معدنية مستخرجة من الأرض، وفي أغلب الأحيان من المناجم. تبدأ العملية باستخراج المعدن النقي من المنجم، ثم بإخضاعه لعلاج معين. إن تنقية المعادن هي تفاعل كيماوي يُعرف «بالإرجاع أو بالاختزال» (انظر صفحة 72 – 73).
تعرف الصناعة التي تنتج معادن انطلاقاً من خامات معدنية بالتعدين. هذه الصناعة قديمة جداً، نشأت حوالي سنة 3000 قبل المسيح، وتطورت فعلياً اعتباراً من القرن الثامن عشر (انظر النص المقابل في الهامش).

السبائك (أو الخليط)

معظم الأشياء المعدنية هي في الواقع **خليط** أي مزيج من معادن مختلفة تذوب معاً في فرن. البرونز والنحاس الأصفر والصلب هي أمثلة شائعة جداً عن الخليط. إن مقاومة الخليط، ولونه وقدرته على التكيف ترتبط جميعها بتركيب هذا الخليط. فالبرونز مثلاً يحتوي على نسبة مئوية مرتفعة من النحاس (80%)، وعلى القصدير وكميات صغيرة من الرصاص والزنك. أما النحاس الأصفر فيتكون من نسب متساوية من النحاس والزنك. أما الصلب فهو

بلورات من كبريتور الحديد: معدن خام يدخل في صناعة الحديد.


سلسلة تحضير سبائك فولاذ

يتكون بشكل رئيسي من الحديد (80% إلى 99%) الممزوج بالكربون أو الكروم أو النيكل أو المنغنيز. إن المعادن الثلاثة الأخيرة هي التي تعطي للصلب صلابته، وليونته ومقاومته للصدأ.

تركيب المعادن

على درجة حرارة عادية، تكون المعادن أجساماً صلبة مدمجة ومتبلرة. أما الزئبق فإنه استثناء: إنه سائل على درجة الحرارة العادية. وهو يستعمل في بعض أجهزة القياس مثل موازين الحرارة وموازين الضغط الجوي.

تتكون المعادن الصلبة من تكديس منتظم للذرات. بالإمكان تمثيل هذه الأخيرة بكرات متماثلة متلامسة فيما بينها. (انظر النص المقابل في الهامش).

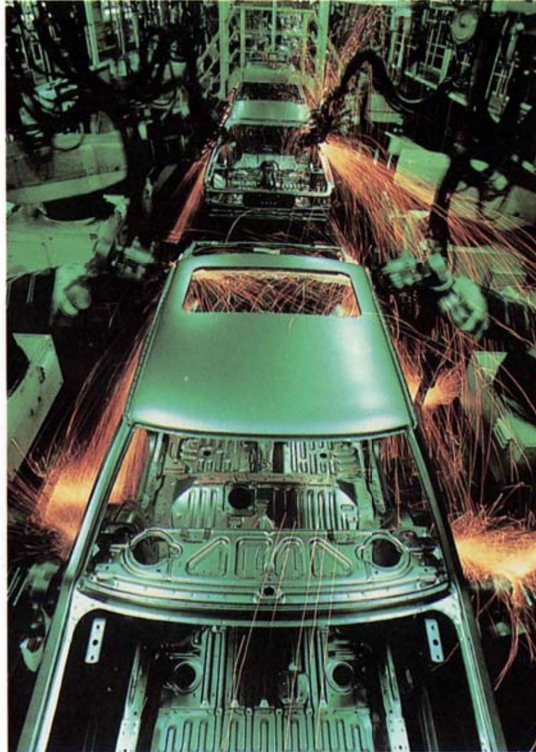
خصائص المعادن

إن المادة تتكون من ذرَّات. وبما أن ذرَّات المعدن منضدة بشكل منتظم، فبإمكانها أن تنزلق على بعضها بطبقات كاملة أو بصفوف. وبفضل هذه الميزة الخاصة، بالإمكان ضغط المعادن لجعلها بشكل صفائح رقيقة (أو مطيلة): لذلك يقال بأن المعادن هي **قابلة للتطريق**.

بالإمكان كذلك سحبها بشكل أسلاك، لذلك يقال عنها كذلك بأنها **قابلة للسحب**. وهكذا يكون بالإمكان طرق المعادن بالمطرقة لإعطائها شكلاً معيناً. تختلف هذه الخصائص من معدن إلى آخر. فالذهب مثلاً هو قابل للسحب إلى حد بعيد: فغرام واحد من الذهب يمكن سحبه بشكل خيط طوله 2,5 كلم.

المعادن هي موصلة

تتكون الذرَّات من نواة محاطة بإلكترونات تتحرك بسرعة (انظر صفحة 46 – 47). وهذه الأخيرة مرتبة في طبقات متفاوتة القرب بالنسبة للنواة. في المعادن، تتحرك الإلكترونات الموجودة على الطبقة الأبعد من النواة بحرية من ذرَّة إلى أخرى. بفضل هذه الخاصِّيَّة، تمر الكهرباء فيها بسهولة. ففي الواقع عندما يتم وصل مصدر كهربائي بطرفي سلك معدني، تنقل الإلكترونات التيار من طرف إلى آخر. والشيء نفسه يقال بالنسبة للحرارة. إن المعادن هي إذن موصلة جيدة للكهرباء والحرارة. وتبعاً لطبيعتها، فإن المعادن تسمح بمرور الكهرباء بشكل متفاوت. أفضل المعادن الموصلة هي الفضة والنحاس والذهب والألومنيوم والزنك. لهذا السبب يدخل النحاس أو الألومنيوم في صناعة الكابلات المستعملة في نقل التيار الكهربائي. أما معدن الفضة فهو موصل أفضل لكنه أقل مقاومة وذو كلفة مرتفعة: لهذا السبب قلما يستعمل في هذا المجال.

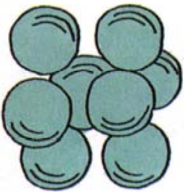

الفولاذ هو مزيج يسمح بصناعة هياكل سيارات متينة ومقاومة.

رص الذرَّات في معدن

تتكدس الذرَّات في المعدن بعضها فوق بعض مكونة نموذجاً يتكرر بانتظام. يمكن تمييز ثلاثة أنواع مختلفة لهذه التجمعات تعرف «بنماذج الذرَّات»:

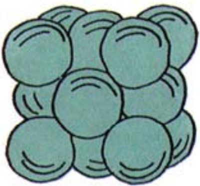
النموذج المكعب المركَّز: يمثل تكديس ذرات الحديد والكروم والتنغزتين.

▼



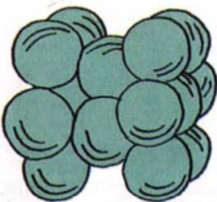
النموذج المكعب ذو الأسطح المركَّزة: يمثل تكديس ذرَّات النحاس والفضة والذهب.

▼



النموذج السداسي المدمَّج: يمثِّل تكديس ذرَّات الزنك والمغنيزيوم.

▼



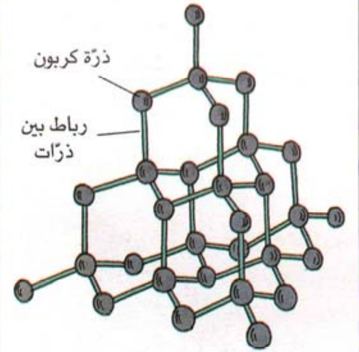


استخراج الفحم في المنجم

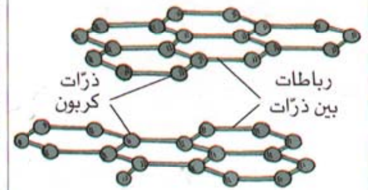
كيمياء الكربون

الماس والغرافيت

إن الماس صلب وشبه شفّاف. أما الغرافيت (الذي يستعمل كرصاص لأقلام الكتابة) فهو أسود ولين. هذان الجسمان مختلفان بالرغم من أنهما يتكونان فقط من ذرّات كربون.



إن الصلابة المتناهية للماس تعود إلى تركيبته المكعبة. ففي هذه التركيبة، ترتبط كل ذرّة بأربع ذرّات أخرى بواسطة رابطات إسهامية التكافؤ. ▲



▲ للغرافيت تركيبة مؤلفة من صفيحات ضعيفة الارتباط فيما بينها مما يجعلها تنزلق بعضها على بعض. وهذا يفسر الملمس الدهني للغرافيت. في كل صفيحة، تشكل الذرّات أشكالاً مسدسة الأضلاع.

إن الكربون هو عنصر كيماوي أساسي. ينتمي في الوقت عينه إلى العالم المعدني وإلى العالم الحي. تمتاز ذرّات الكربون بقدرتها على الارتباط بذرّات كربون أخرى بواسطة رابطات إسهامية التكافؤ لتعطي أجساماً نقية بسيطة مثل الغرافيت والماس. أما الذي يفسّر اختلافها، فهو الترتيب الخاص



فرن لإنتاج الكوك انطلاقاً من الفحم.

لذرّات الكربون التي تكونها (انظر النص المقابل). فضلاً عن ذلك، بإمكان ذرّات الكربون أيضاً تكوين أجسام نقية مركبة لا تحصى، وذلك باتحادها مع عناصر أخرى. تُدرَس هذه الأخيرة في الكيمياء العضوية وفي كيمياء الأجسام الحية (الكيمياء الحياتية).

السلاسل الكربونية

عندما ترتبط ذرّات كربون مع ذرّات كربون أخرى، فإنها تشكل جزيئات لها أطوال متفاوتة، تُعرف بالسلاسل الكربونية. في هذه السلاسل، بإمكان ذرّات الكربون أن ترتبط بواسطة رابطات إسهامية التكافؤ بسيطة (جزيئات الإيتان أو البروبان)، أو مزدوجة (جزيئة الإيتيلين)، أو ثلاثية (جزيئة الأستيلين).
من الممكن كذلك للسلسلة الكربونية ذات الرابطة الإسهامية التكافؤ البسيطة أن تنغلق على نفسها فتشكل بذلك ما يُعرف «بالدورة» أو «الحلقة». إنها الحال مع جزيئة «السيكلوايكزان» (دوري الهيكزان أو حلقي الهيكزان) المؤلفة من سلسلة تضم ست ذرّات كربون. هناك جزيئة دورية أخرى وهي جزيئة البنزين التي لها تركيب خاص: إنها دورة مسطحة مؤلّفة من ست ذرّات كربون متصلة ببعضها بواسطة رابطة إسهامية التكافؤ خاصة. تتصل كل ذرّة كربون بذرّة هيدروجين (انظر النص المقابل في الهامش). خلال التفاعلات الكيماوية، تحل ذرّات أخرى أو مجموعات ذرّات بسهولة محل ذرّات الهيدروجين الموجودة في جزيئة البنزين. ينتج عن ذلك عائلة جديدة من الجزيئات تُعرف بالجزيئات البنزينية الخصائص أو العطرية.

الفحم

تكون الفحم قبل ملايين السنين في بقايا الغابات التي تحلّلت ببطء، وبمعزل عن الهواء، وهي مطمورة تحت طبقات صخرية من القشرة الأرضية.
كلما كان التحلل قديماً، كلما كان الفحم غنياً بالكربون. إن الفحم الأكثر قدماً (300 مليون سنة) يحتوي على أكثر من 90% من الكربون: إنه فحم الانتراسيت. أما الفحم الوسطي (من 200 إلى 100 مليون سنة) فإنه يحتوي على أكثر من 80% من الكربون: إنه الفحم المشتعل. أما الأكثر حداثة (من 60


أبراج تكرير في مصفاة بترول


النفط الخام هو سائل داكن ولزج.

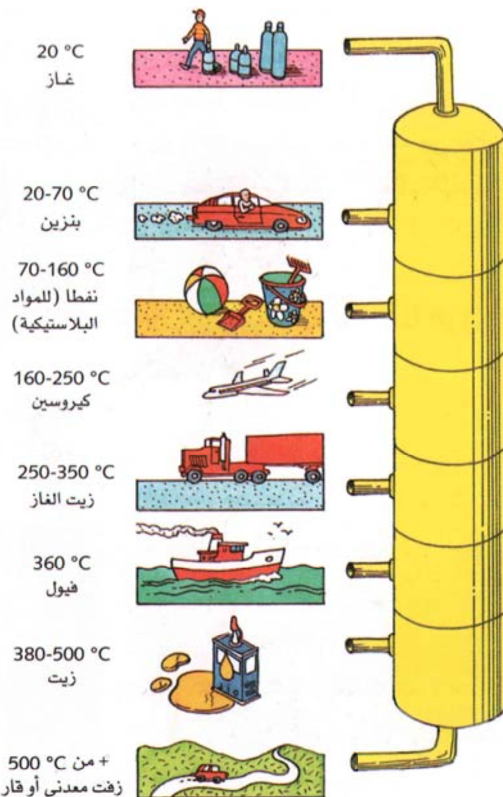
إلى 30 مليون سنة) والذي يُعرف باللیجنيت (الخشب المتفحم) فهو يحتوي على حوالى 70% من الكربون. وأخيراً نذكر الخشب (الذي بدأ تحوله قبل مليوني سنة) فإنه يحتوي على حوالى 50% من الكربون. وانطلاقاً من الفحم الغني بالكربون، يمكن تحضير فحم الكوك في أفران المعامل (المكوكة). وبما أن الكوك هو أكثر غنى بالكربون من الفحم، فإنه يستعمل في التعدين لإنتاج الحديد انطلاقاً من خامات الحديد. خلال تحضير الكوك، تنبعث أنواع عديدة من **الهيدروكربور** التي تُجمع وتدخل في صناعة منتجات كيماوية: ملونات، مذيبات، بلاستيك أو لدائن، ومبيدات للحشرات.

البترول

تكوّن البترول انطلاقاً من أجسام بحرية صغيرة جداً (طحالب وحيوانات) تضم علق البحر، ترسبت في الأعماق البحرية ثم تكدست تحت الرواسب. البترول هو سائل أسمر اللون، لزج، يتكون من هيدروكربورات وهي جزيئات تشكل فيها ذرّات الكربون سلاسل كربونية طويلة، في حين أن ذرّات الهيدروجين مرتبطة بها جانبياً. تتميز الهيدروكربورات المختلفة فيما بينها بواسطة طول سلسلتها. يتم فصلها بواسطة التكرير أي وفقاً لدرجة حرارة غليانها، ثم تخضع لمعالجات كيماوية عديدة. تنتج معامل التكرير بعد ذلك الوقود (كيروسين، بنزين، زيت الغاز...) للسيارات والطائرات، إضافة إلى منتجات أساسية لكيمياء المشتقات النفطية (أو البتروكيمياء)، مثلاً **النفطا**، الذي يستعمل لإنتاج المواد البلاستيكية.

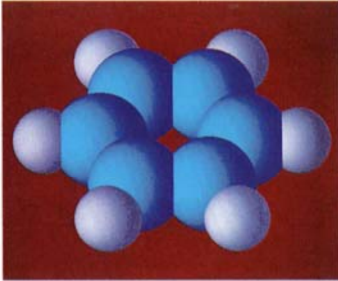
برج تكرير البترول

يحتوي البترول الخام على مكونات مختلفة يتم فصلها بواسطة التقطير المجزّأ في برج يمكن أن يبلغ ارتفاعه 50 متراً. يسخن البترول الخام على درجة حرارة 400 درجة تقريباً ثم يتم إدخاله إلى قاعدة البرج. تتكثف المكونات الواحد بعد الآخر، بدءاً بالأكثر وزناً، ثم بالأكثر تبخراً أو تطايراً وتسحب كلها نحو القمة.



سلسلة مكربنة: البنزين

البنزين هو سائل لا لون له ذو رائحة قوية متميزة، وهو موجود بشكل طبيعي في بعض أنواع البترول.
تضم جزيئته ست ذرّات كربون (باللون الأزرق) وست ذرّات هيدروجين (باللون الأبيض)، وهي دورية ومسطحة ولها شكل مسدس الأضلاع ومنتظم، تحتل رؤوسه ست ذرّات كربون.



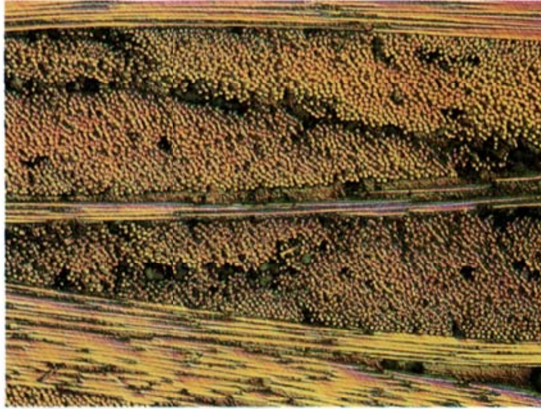
ترتبط كل ذرّة هيدروجين بذرّة كربون بواسطة رابطة إسهامية التكافؤ بسيطة (انظر صفحة 64 - 65). أما ذرّات الكربون فهي مرتبطة فيما بينها برابطات خاصة لها طول وسطي بين طول الرابطات الإسهامية التكافؤ البسيطة والمزدوجة. تعرف الدورة التي تتكون من ذلك «بالبنزينية» أو «بالعطرية».
كل جسم نقي مركب له دورة مماثلة يعرف هو أيضاً بالبنزيني. من بين هذه الأجسام نذكر بعض الملونات واللدائن (البلاستيك) والأدوية.


مجموعة من الدلاء المتماثلة، المتعددة الألوان والمصنوعة من البلاستيك

المــواد البــلاستيــكيــة

المواد البلاستيكية الأولى

السلولويد هو أقدم المواد البلاستيكية، صنع في الولايات المتحدة عام 1870 كي يحل محل العاج الذي كانت تُصنع منه كرات البليار. وهكذا أنتجت الصناعة للمرة الأولى مادة أصبحت شائعة كمادة طبيعية. وبعد ذلك بحوالى 40 سنة، أي عام 1909، اكتشف عالم كيمياء بلجيكي مهاجر إلى الولايات المتحدة هو ليو هندريك بيكيلاند (1863 - 1944) الباكيليت وهو أول مادة بلاستيكية تعتبر كمادة جميلة. شكل اكتشاف الباكيليت ثورة من الناحية الكيماوية. إن المواد الأساسية التي استعملت حتى ذلك الوقت لإنتاج البلاستيك كانت حصيلة تحولات المواد الطبيعية. لكن الباكيليت منتج كلياً انطلاقاً من منتجات صناعية. إنه إذن أول مادة بلاستيكية تركيبية. وهو مستعمل لصناعة كل أنواع الأشياء: تلفونات، حلي، علب لحفظ السجاير، أجهزة راديو...


ألياف بلاستيكية كما تبدو في المجهر.

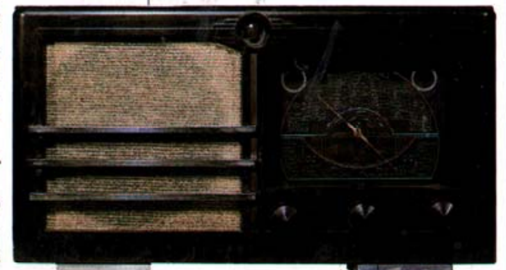

مراقبة سلسلة إنتاج مواد بلاستيكية.

لا توجد المواد البلاستيكية في الحالة الطبيعية. إنها أجسام نقية ينتجها الكيماويون. يذكر اسمها بإحدى خصائصها الأساسية وهي المطاوعة أو اللدانة، أي القدرة على تغيير شكلها تحت تأثير قوة خارجية ثم الاحتفاظ بعد ذلك بالشكل الذي أعطي لها.

لقد ابتُكِرت طرق إنتاج عديدة. وهكذا فالدلو، والزجاجة وخوذة سائق الدراجة النارية والمركب الشراعي هي أدوات بلاستيكية مصنوعة من لدائن مختلفة. ولإنتاج شيء معين، ينبغي اختيار المادة البلاستيكية التي تمتاز بالخصائص الأكثر تكيفاً مع استعمال هذا الشيء مثل الليونة، الصلابة، مقاومة الصدمات، المرونة، الشفافية، خفة الوزن.

جزيئة أساسية لإنتاج كل المواد البلاستيكية

إن المادة المستعملة في البدء بشكل عام لإنتاج المواد البلاستيكية هي **النفطا** أي زيت يخرج من معامل تكرير البترول. إن النفطا نفسه هو مزيج من جزيئات **هيدروكربور** مختلفة (انظر صفحة 80 – 81). يرفع هذا المزيج إلى درجة حرارة عالية بحضور بخار

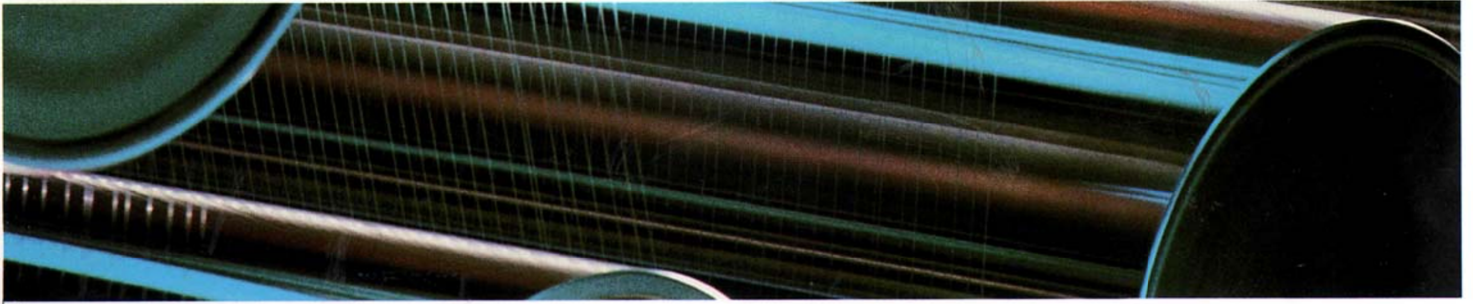


الماء، مما يؤدي إلى انشطار جزيئات الهيدروكربور ويعطي جزيئات أصغر هي جزيئات الإتيلين. يعتبر الإتيلين بحق الجزيئة الأساسية التي ترتكز عليها صناعة البلاستيك.

المواد البلاستيكية : جزيئات عملاقة

إن جزيئات الإتيلين الصغيرة هي الوحدات الأساسية (تعرف أيضاً بالمونومير أو بسيط الجزيئات) للمواد البلاستيكية. تنتج المواد البلاستيكية عن تجميع هذه الجزيئات رأساً لرأس بالمئات والآلاف وحتى بعشرات الآلاف لتكوين جزيئات عملاقة ذات سلاسل طويلة جداً تعرف **بالبوليمر** (مكثف أو شنيظ). تتم هذه العملية، التي تعرف بالبلمرة، في منشآت صناعية هي المفاعلات الكيماوية، تحت ضغط مرتفع وعلى درجة حرارة مرتفعة وبوجود مواد تطلق التفاعل.

تكون المادة البلاستيكية الناتجة عن التفاعل مرتبطة بالجزيئة الأساسية التي اختيرت للبلمرة. فإذا اختير منذ البداية مونومير الإتيلين للتجميع، فإن المادة البلاستيكية الناتجة تكون بولياتيلين. إنها مادة لينة ونصف شفافة. تستعمل مثلاً لإنتاج الزجاجات وأكياس القمامة والألعاب.



إنتاج خيوط من النايلون، وهي مادة بلاستيكية شائعة جداً

يمكن إجراء البلمرة أيضاً مع جزيئات مشتقة من الأتيلين تكون قد استبدلت فيها ذرّات الهيدروجين بذرّات الكلور أو ذرّات الفليور. يعرف عندها البوليمر الناتج ببوليكلورور الفينيل (PVC) والتفلون. الـ PVC هو صلب، ومقاوم للماء وهو عازل جيد للكهرباء. نجده في المآخذ الكهربائية، والأنابيب، وتلبيس الأرض. أما التفلون فهو مادة مقاومة للحرارة (350 درجة مئوية) وللبرودة (80 درجة مئوية تحت الصفر) وللمواد الكيماوية. لهذا السبب يستعمل في تلبيس المدافىء وقوالب الحلوى إضافة إلى استعمال هذه المادة في أجهزة علمية عديدة.

المواد البلاستيكية الحرارية والقابلة للتصلب بفعل الحرارة

هناك عائلتان كبيرتان من اللدائن: **اللدائن الحرارية واللدائن القابلة للتصلّب بفعل الحرارة**. المواد التي تنتمي إلى الفئة الأولى تذوب عندما تسخن بما فيه الكفاية، اعتباراً من 70 درجة مئوية بالنسبة للبعض واعتباراً من 120 درجة مئوية بالنسبة للبعض الآخر. وعندما تكون هذه المواد ساخنة وسائلة، بالإمكان صبها في قالب أو تشكيلها بالضغط أي سحبها بشكل أنابيب أو صفائح. وعندما تبرد فإن المواد البلاستيكية الحرارية تتجمَّد محتفظة بشكلها الجديد. تستعمل هذه المواد خاصة لإنتاج الأشياء بشكل متسلسل مثل الزجاجات والدلاء وغيرها. في المقابل، تتصلب المواد التابعة للفئة الثانية تحت تأثير الحرارة. لإنتاج أشياء معينة يجب صب هذه المواد أو إسقاطها على البارد في القوالب ثم تسخينها حتى تتصلَّب أو تركها تتصلَّب بعد دمجها بمادة خاصة. تتناسب هذه المواد البلاستيكية مع الأشياء المصنوعة يدوياً أو تلك التي تقتضي صناعة متقنة. وهكذا يتم إنتاج المراكب، وقطع الهياكل المعدنية وواقيات الصدمات، إلخ...



إظهار جزيئة عملاقة من البوليمر على شاشة الحاسب الآلي.



إعطاء شكل لجسم بلاستيكي

بالإمكان اتباع طريقتين لتشكيل الأجسام البلاستيكية. النفخ شائع لإنتاج الأجسام المجوفة من الداخل كالكرات، والقوارير، والزجاجات العادية والطويلة الدقيقة. تنزل المادة البلاستيكية المسخنة بشكل حلزوني في القالب (انظر الصورة أعلاه) ثم يحقن الهواء داخل القالب مما يقذف المادة الساخنة نحو الجدران، فتأخذ شكلها. الطريقة الأخرى هي الحقن، وهي الأكثر شيوعاً. إنها تتكيف مع صناعة الأشياء مثل الأمشاط، وفرشاة الأسنان وآنية المطبخ. تصل المادة البلاستيكية إلى ماكينة الحقن بشكل حبيبات. ثم تتحوَّل بعد التسخين إلى عجينة سميكة بعض الشيء. يتم حقنها في القالب وبعد ذلك تبرد بواسطة دورة مياه.



يدرس علم الكيمياء الحياتية التفاعلات الكيماوية التي تجري داخل الأَجسام الحية. تتبع هذه التفاعلات الكيماوية نفس القوانين التي تخضع لها بقية التفاعلات الكيماوية، لكنها أكثر تعقيداً.

الكيمياء الحياتية

- أثر جانبي: أثر غير مرغوب فيه، يتركه دواء ويظهر مع تناول الجرعات بشكل طبيعي.
- تخليق (أو تركيب) ضوئي: عملية تقوم خلالها النباتات بفضل الكلوروفيل، بإنتاج (أو تركيب) سكريات انطلاقاً من الماء وثاني أوكسيد الكربون وطاقة الأشعة الشمسية.
- خلية: أصغر عنصر مكون للكائن الحي وهي محاطة بشكل عام بغشاء توجد في داخله النواة والحشوة التي تحتوي بدورها على كناسج مختلفة (هُنَيَّة الجبلة).
- دهنيات: اسم يطلقه علماء الكيمياء على مادة عضوية تُعرف عادة بالشحم.
- سكريات: اسم يطلقه علماء الكيمياء على مادة عضوية تعرف عادة بالسكر.
- عنصر غذائي: مادة موجودة في الأطعمة، يمكن للأعضاء استعمالها مباشرة دون الحاجة لتحويلها.
- عنصر فعال: مادة فعَّالة موجودة في دواء يتركز تأثيرها على مرض معين.
- كلوروفيل (خضب أو يخضور): خضب أخضر اللون موجود في النباتات يتلقى طاقة الأشعة الشمسية الضرورية للتركيب الضوئي.

يدرس علم الكيمياء الحياتية مجموعة التفاعلات الكيماوية التي تجري في الأَجسام الحية، وخاصة في مكوناتها الأساسية أو **الخلايا**.

إن الكائنات الحية بحاجة إلى طاقة. يجد الإنسان والحيوان هذه الطاقة في الأطعمة التي يأكلها، (إنها الطاقة الكيماوية). تتحول هذه الأطعمة خلال مجموعة من التفاعلات الكيماوية التي تجري أولاً في الجهاز الهضمي (الهضم)، ثم في الخلايا (التنفس الخليوي).

بعض النباتات والأجسام المجهرية (كائنات حية مجهرية) تجد الطاقة التي تحتاجها بطريقة أخرى. فحتى تتغذى، تقوم بتحويل طاقة ضوء الشمس عبر عملية معقدة من التفاعلات الكيماوية تعرف **بالتخليق أو بالتركيب الضوئي**.

تفاعل كيماوي: الهضم

إن الهضم هو ظاهرة كيماوية. تتحلل المأكولات في الجهاز الهضمي إلى جزيئات صغيرة تعرف **بالعناصر الغذائية**. يتم نقلها بعد ذلك عبر الدم إلى الخلايا حتى تخضع لتحولات أخرى.

الأغذية الأساسية هي **الدهنيات والسكريات**.

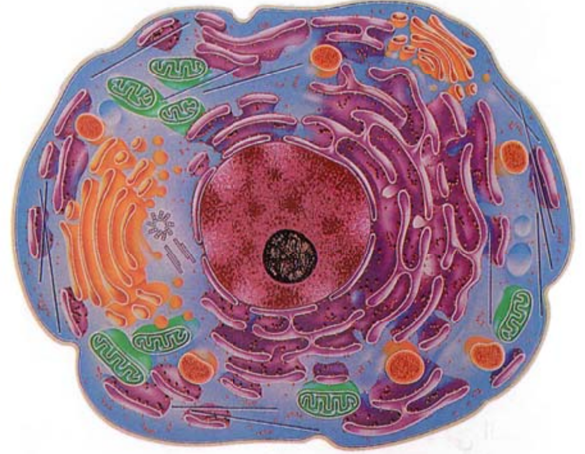
تنتج الدهنيات، التي تعرف أيضاً «بالشحم»، عن المواد الدهنية كالزيوت النباتية أو الزبدة. وهي تزود الجسم بالكربون والهيدروجين. تنقسم السكريات، التي تعرف أيضاً «بالسكر» إلى سكر سريع وسكر بطيء. النوع الأول موجود في العسل والفواكه والمربيات والشوكولا. يهضمها الجسم مباشرة (أي إنه يحولها إلى طاقة)، وهي تعطي الطاقة الضرورية لجهد جسدي عنيف وسريع. أما النوع الثاني فهو موجود في الحبوب مثل القمح والأرز والذرة. لا يهضمها الجسم مباشرة وهي تعطي طاقة تدوم وقتاً أطول.



معاينة زرع الخلايا بواسطة المجهر.



المزروعات ذات الخضب أو الكلوروفيل - في الصورة التنباك - تتغذى بواسطة التركيب الضوئي



خلية حيوانية : تظهر فيها باللون الأخضر الكناسج المسؤولة عن التنفس الخليوي.

كل السكريات غنية بالكربون والهيدروجين والأوكسجين.

التنفس الخليوي

كل الخلايا تتنفس، سواء أكانت نباتية أو حيوانية. إنه التنفس الخليوي. تمتص الخلايا الدي أوكسجين (O_2) وتتخلص من ثاني أوكسيد الكربون (CO_2). يستخدم الدي أوكسجين في «حرق» الأطعمة: إنه تفاعل أكسدة (انظر صفحة 72 – 73). يجري هذا التفاعل على عدة مراحل. فإذا أخذنا الغلوكوز (السكر) على سبيل المثال، فإنه يتحول إلى جزيئة أكثر بساطة وهي حامض البيروفيك.

في هنيات الجبلة، أو عناصر الخلية المسؤولة عن التنفس الخليوي، يتحلل هذا الحامض إلى ثاني أوكسيد الكربون وهيدروجين. تتخلّص الخلية من ثاني أوكسيد الكربون ويتحد الهيدروجين مع الأوكسجين الذي يدخل إلى الجسم خلال التنفس، وينتج الماء عن هذا الاتحاد.

يبعث مجمل هذه التفاعلات كمية كبيرة من الطاقة، تتخزن في جزيئات صغيرة متخصصة، وتطلقها وفقاً لحاجات الخلية.

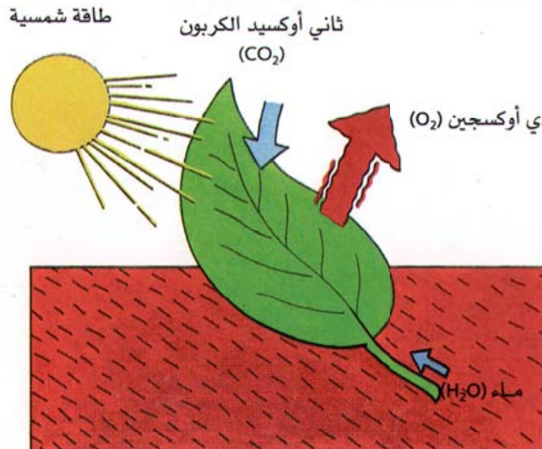
التركيب الضوئي

تتغذى النباتات ذات الخضب بامتصاصها للماء ولثاني أوكسيد الكربون من الهواء. لهذا الهدف تستعمل الطاقة الموجودة في ضوء الشمس: إنه التركيب الضوئي. خلال هذه العملية ينبعث ثاني أوكسيد الكربون.

يجري التركيب الضوئي على مرحلتين أساسيتين:
خلال النهار، تتلقى النباتات الطاقة الشمسية. بفضل **الكلوروفيل** وخضب أخرى موجودة في أوراقها، تستعمل النباتات هذه الطاقة لتحليل الماء الذي تمتصه إلى هيدروجين وثاني أوكسيد الكربون.

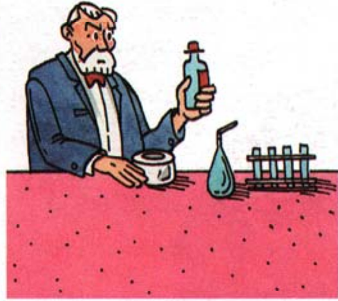
خلال الليل، يستعمل الهيدروجين لاختزال (انظر صفحة 72 – 73) ثاني أوكسيد الكربون ولإنتاج سكريات تغذي النبتة. يرتبط عمل هذا «المعمل الكيماوي الحي» بالظروف الخارجية، وخاصة التعرض للشمس ودرجة الحرارة.

التركيب الضوئي. ▼



باستور: عالم كيمياء حياتية كبير

لويس باستور (1822 - 1895) هو عالم كيمياء حياتية كبير. بدأ عمله على تفاعلات التخمّر (تحوّل السكر إلى كحول مثلاً). وأثبت أن هذه التفاعلات تعود لعمل حيّيات.



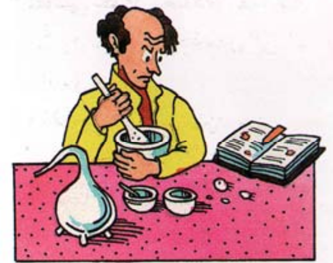
تركّب هذه الحيّيات موادَّ (الخمير) تطلق التخمّر. عمل باستور بعد ذلك على الأمراض الخمجية واكتشف ميكروبات عديدة مثل المكوّرة العنقودية. ووضع كذلك اللقاح ضد داء الكلب، وهذا ما جعله شهيراً. أنشىء معهد باستور عام 1888. مهدت أعمال باستور الطريق أمام علم جديد هو علم الجراثيم، أو علم الأحياء المجهري، الذي سمح بإنتاج مواد كيماوية ومطهرات لمنع نمو الجراثيم الخطرة أثناء الخمج.


تحليل مادة في جو معقم

كيمياء الأدوية

باراسلس، مؤسس الصيدلة الكيماوية

في بداية القرن السادس عشر، اشتهر الطبيب السويسري باراسلس، واسمه الحقيقي تيوفراست بومباست فون هوهنهايم بسبب نظريته حول دور الأدوية. قاوم بشدة الفكرة القديمة السائدة القائلة بوجود دواء عام، وأيّد الفكرة القائلة بأن كل مرض لا يمكن معالجته إلاَّ بدواء واحد وأنه إذا كان الدواء مجهولاً، فينبغي إيجاده.



عمل باراسلس على الخصائص الطبية للنباتات وكان يعتقد بأن أحد أدوات الطبيب هو تحويل النباتات لشفاء المرضى. يعتقد في الواقع أن كل نبتة تحتوي على مادة يمكن استخراجها وقد تشفي مريضاً. جاب أوروبا وجمع وصفات مختلف العلاجات وحضَّر أدوية جديدة. يعتبر باراسلس اليوم كمؤسِّس الصيدلة الكيماوية.

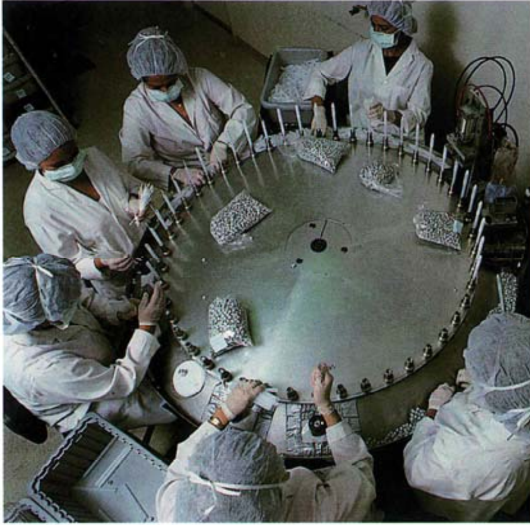
الدواء هو مادة أو تركيب يجرّع للإنسان بغية معالجة مرض، أو تجنّب مرض، أو إجراء تشخيص. لقد كان الكيميائي والطبيب السويسري باراسلس (1493 – 1541) أول من حدَّد في القرن السادس عشر المبدأ القائل بأن كل مرض يتطابق مع دواء شاف. يجب إذن البحث عن هذا الدواء تبعاً للمرض المنوي علاجه.

في يومنا الحاضر، يعتبر البحث عن الأَدوية من عمل الكيميائيين قبل كل شيء. فهم يعملون بتعاون وثيق مع الأطباء ومع الصيادلة. ومعاً يدفعون بعلم الصيدلة أو علم الأدوية إلى الأمام.

العنصر الفعَّال في الدواء

لتسكين أمراض مختلفة، استعملت في البدء بعض النباتات بشكل نقاعات ومساحيق ومراهم. وقديماً كانت بعض أمراض القلب تعالج بنقاعات القمعية وهي نبتة لها زهور أرجوانية اللون أو صفراء أو بيضاء تشبه أصابع القفاز. في يومنا الحاضر لم تعد النباتات تستعمل بهذه الطريقة. يسعى عالم الكيمياء إلى أن يستخرج من النبتة الجسم النقي الذي يؤثر على مرض معين: وهو ما يعرف **بالعنصر الفعَّال**. وهكذا فإن العنصر الفعَّال


دواء طبيعي: قشرة الكنكينا.


أدوية مغلَّفة تحت رقابة طبية.

الموجود في القمعية يعرف بالدجيتالين وهو يستعمل حالياً لعلاج الاضطرابات القلبية.

كما أن الحمى الناتجة عن الملاريا كانت تُعالج قديماً بواسطة قشرة شجرة تنمو في المنطقة المدارية، وتُعرف بالكنكينا.

يستعمل اليوم عنصرها الفعال ويعرف بالكينين. ميزة العنصر الفعال أنه يحتفظ دائماً بنفس الخصائص في حين أن خصائص النباتات تتغير بتغير الفصول. بالإمكان استعماله وإدخاله إلى الجسم بأشكال مختلفة: حبوب، براشيم، أقراص، منتجات يمكن زرقها.

الأدوية المركبة

الكينين هو أكثر فعالية من قشرة الكنكينا، ولكن، بالنسبة للباحثين، لا يعتبر هذا التحسن كافياً. بغية تقوية تأثير الكينين وإلغاء آثاره الجانبية، أي الآثار غير المرغوب فيها على بقية أجزاء الجسم، يغير الكيماويون جزيئة الكينين. لهذه الغاية، يتبع الكيماويون مسار الدواء في جسم الإنسان



بعض الأدوية المعروضة: براشيم وأقراص

ويراقبون الطريقة التي يتدخل فيها في مختلف الأعضاء، والطريقة التي يتحول فيها. تؤدي بهم هذه الملاحظات إلى إعادة رسم الجزيئة بغية إنتاج جزيئة جديدة. بهذه الطريقة تم ابتكار المضادات الحيوية الأكثر فعالية. تؤثر هذه الأدوية بمقاومتها لتكاثر البكتيريا التي هي مصدر المرض. لإيجاد المضاد الحيوي الذي سوف يؤثر على البكتيريا، يتم وضع مخطط لهذا المضاد الحيوي. توضع البكتيريا التي يُعتقد أنها سبب الخمج المنوي معالجته في وسط غذائي يسمح لها بالتكاثر. ثم توضع بعد ذلك مضادات حيوية مختلفة على سطح هذا الوسط. تتوقف البكتيريا عن التكاثر بملامستها للمضادات الحيوية الحسَّاسة تجاهها.

ولادة دواء معين

بين تاريخ ابتكار دواء جديد في مختبر وتاريخ بيعه في الصيدليات، يمكن أن تمر فترة عشرة سنوات. بمجرد وضع الميزات الفيزيائية والكيماوية للجزيئة الجديدة، تبدأ التجارب. فإذا كان يفترض مثلاً أن يؤثر الدواء على الكبد، يدخل في المختبر لزرع خلايا الكبد. ثم يدخل في أكباد ذات مصدر حيواني. فإذا كانت النتائج مرضية، يبدأ إجراء التجارب الأولى على حيوانات. يثمّن الباحثون عندئذٍ فعالية المادة الجديدة والطريقة التي تنتشر فيها داخل الأعضاء الحية إضافة إلى **آثارها الجانبية**. وإذا كانت النتائج مرضية، تبدأ التجارب على الإنسان تحت مراقبة طبية جدية. وبعد اختبارات عديدة قد تدوم عدة سنوات، يحصل الدواء أو لا يحصل على الإذن بوضعه في السوق.

قراءة مخطط المضاد الحيوي

تتشبع كل أسطوانة من الورق (باللون الأبيض) بمضاد حيوي معين. فإذا كانت البكتيريا حسَّاسة إزاء هذا المضاد الحيوي، تظهر منطقة سوداء اللون حول الأسطوانة بعد عدة ساعات في فرن التجفيف. كلما كانت الدائرة السوداء كبيرة، كلما كانت البكتيريا حساسة تجاه المضاد الحيوي المطابق.







المضادات الحيوية

في هذه الصورة، تتعرض البكتيريا الموجودة إلى اليمين، لهجوم من قبل مضاد حيوي. لقد تم القضاء على غلافها، وهي «تتفرغ». إن المضادات الحيوية هي أدوية تمنع البكتيريا من النمو بل تقضي عليها. تستعمل لمعالجة الأمراض الخمجية مثل الزكام والسل.

وفقاً لتركيب جزيئتها، تتبع المضادات الحيوية طرقاً مختلفة لمهاجمة البكتيريا. تتكون البكتيريا من نواة تسبح في حشوة، ومحاطة بغشاء يحميه غلاف خارجي.

إن المضادات الحيوية مثل البنسلين تهاجم الغلاف الخارجي وتقضي عليه. أما المضادات الحيوية الأخرى مثل الستربتوميسين، فإنها تقضي على الغشاء الذي يحيط بالحشوة. وهناك مضادات حيوية أخرى مثل تيتراسيكلين فإنها تؤثّر على النواة مباشرة.



إن الصناعة الكيماوية مسؤولة جزئياً عن التلوث. لكن علم الكيمياء يقدم كذلك الوسائل لمعرفة التلوث بشكل أكبر بهدف مراقبته في بادئ الأمر ثم للسيطرة عليه والوقاية منه.

التلـوث وإزالـة التلـوث

هناك سببان يجعلان علم الكيمياء معنياً **بالتلوث البيئي**. فمن جهة، تعتبر الصناعة الكيماوية مسؤولة عن **تلوث** لا محدود خلال إنتاج موادها ونقلها وتوزيعها. ومن جهة أخرى، يقوم الكيميائيون بتحليل ظواهر التلوث ودراستها، ويقترحون إجراءات للسيطرة عليها: طرق إزالة التلوث، وأفضل من ذلك طرق الوقاية من التلوث.

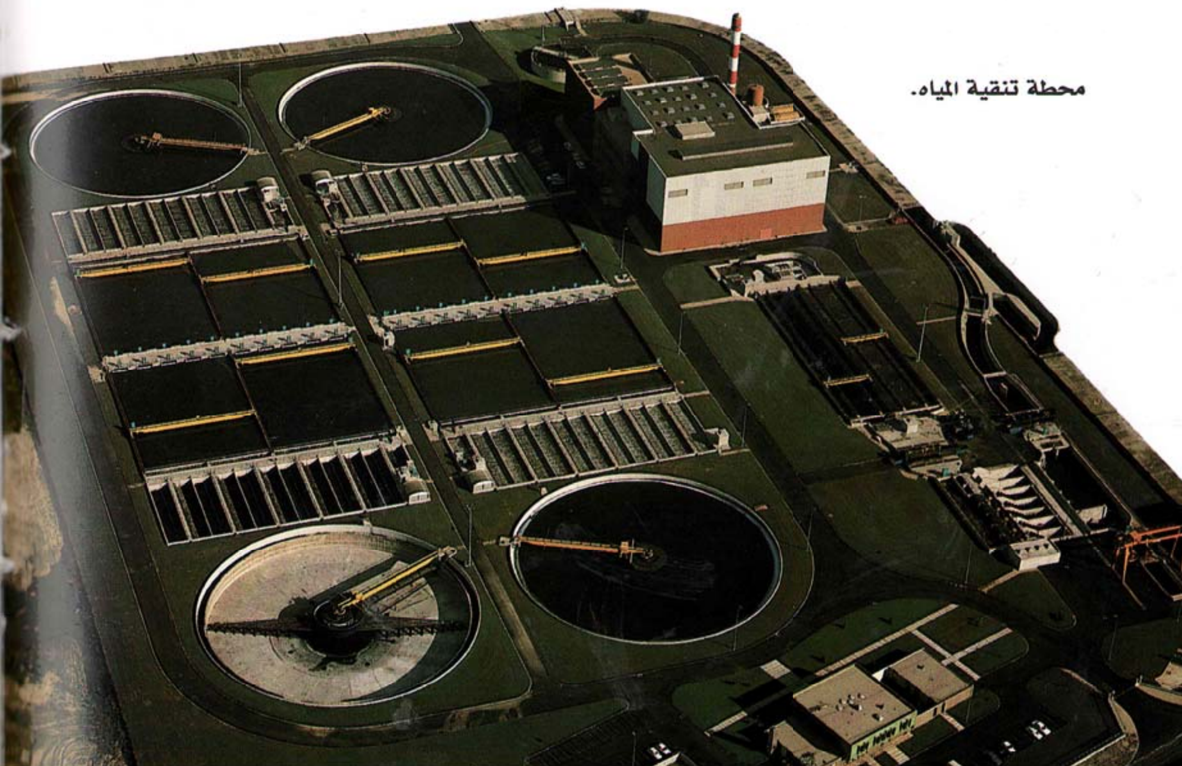
تلوث المياه

إن **المياه المبتذلة** الناتجة عن أماكن السكن، والفضلات التي تطرحها الصناعة والزراعة تصل في جزئها الأكبر إلى مياه الأنهار والبحيرات. تحتوي هذه المياه الملوثة على مواد تساعد على نمو البكتيريا التي تُعرف أيضاً «بالميكروبات». تستهلك هذه البكتيريا كميات كبيرة من الأوكسجين الذائب في الماء مما يهدّد بقاء الأجناس الحيوانية والنباتية على قيد الحياة. تحتوي المياه الملوثة كذلك على مواد صناعية سامة مثل الرصاص أو الزئبق. إضافة إلى ذلك، تُجَرّ الأسمدة المستعملة بكثافة في الزراعة، نحو الأنهار بواسطة مياه الأمطار. إنها تحتوي على مواد مثل النيترات والفوسفات، التي تقتل الطحالب وتلوث طبقات المياه الجوفية.

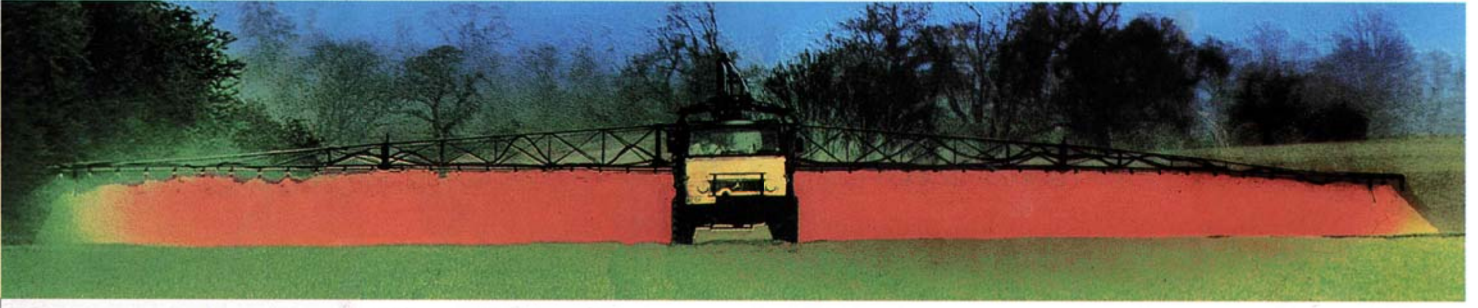
معالجة المياه

تُنَقّى المياه المبتذلة في محطات معالجة المياه، أو **محطات التنقية** بعد إجراء تحليل كيماوي لتركيب هذه المياه. تتضمن معالجة المياه ثلاث مراحل: فصل الأجزاء الصلبة بواسطة **التنخيل أو الغربلة** ثم بواسطة **الترسيب** (مرحلة فيزيائية). يضاف بعد ذلك الأوكسجين (مرحلة كيماوية). تفصل بعد ذلك المواد السامة بفضل أجسام مجهرية (مرحلة بيولوجية). بعد ذلك يعاد إرسال الماء إلى المستهلكين بعد التأكد من نقائه كيماوياً.

- **إعادة تدوير:** تحويل الفضلات إلى منتجات جديدة يمكن استعمالها.
- **ترسيب (أو تصفية):** طريقة تقضي بترك مزيج يرتاح بغية فصل مكوناته.
- **تلوث:** إفساد تسببه مادة معينة.
- **تلوث بيئي:** انحطاط وسط طبيعي ناتج عن انتشار مواد سامّة.
- **تنقية:** فصل الشوائب الموجودة في الغازات أو في المياه المبتذلة.
- **غربلة (أو تنخيل):** طريقة فصل مختلف مكونات مزيج وفقاً لحجم الأجزاء. تجري هذه العملية بواسطة غربال أو منخل.
- **قابل للتحليل طبيعياً:** صفة تطلق على مادة تتحلل طبيعياً تحت تأثير أجسام مجهرية وتعطي مواداً غير ضارّة.
- **مياه مبتذلة:** مياه ذات مصدر منزلي أو صناعي محملة بالفضلات.



محطة تنقية المياه.



الأسمدة: ملوثات ضارّة



دراسة تلوث الهواء في المختبر



الهواء الملوث والمراقب

إن الدخان الصناعي والغازات المنبعثة من الاحتراق الناتج عن تدفئة المنازل أو عن محركات السيارات، تبعث في الجو العديد من الجزيئات المضرة بالصحة (أوكسيد الكبريت، والآزوت والكربون).

هذه الغازات مسؤولة جزئياً عن أمراض الجهاز التنفسي والحساسية، كما أنها تسبِّب الأمطار الحمضية التي تقضي على الغابات.

يقضي دور عالم الكيمياء بتحليل الملوثات وبتحديد مصدرها. إن هذا العمل دقيق لأن الهواء يتحرك وفقاً لاتجاه الرياح وهكذا تتشتت الملوثات بسرعة نسبية. في المدن الكبرى، يتم أخذ عينات من الهواء كل ربع ساعة في محطات آلية، وهناك مختبرات منقولة على شاحنات جاهزة للتدخل عند حدوث إنذار.

المواد القابلة للتحلل طبيعياً

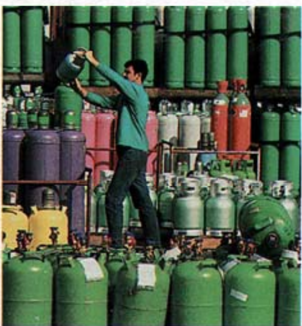
على عكس ملوثات المياه التي تحتاج إلى معالجات لفصلها، توجد مواد تعرف بالمواد **القابلة للتحلل طبيعياً** لا تلوث الطبيعة. تكون مادة ما قابلة للتحلل طبيعياً عندما تتحوَّل وتتحلّل ثم تطرح طبيعياً. إن بقايا الأطعمة والأوراق والأقمشة ذات المصدر النباتي أو الحيواني مثل القطن والصوف قابلة للتحلل طبيعياً. بعض الملابس تتمتع بهذه الصفة أيضاً. وخلافاً لذلك، هناك مواد بلاستيكية عديدة لا تتمتع بهذه الصفة. وكونها مقاومة للتآكل والتمزق وللتأثير الكيماوي فإنها تتراكم بعد الاستعمال. لهذه المواد الاصطناعية يبتكر الكيميائيون طرق **تدوير**. تقطع بعض المواد البلاستيكية إلى قطع، تستعمل بعد ذلك في قوالب الطوب ومواد البناء أو في تلبيس الطرقات. بعض المواد البلاستيكية الأخرى، التي لا تبعث غازات مضرة تحرق وتستخدم للتدفئة في المدن. غير أن الهدف المستقبلي هو إنتاج مواد بلاستيكية قابلة للتحلل طبيعياً مثل الورق أو الخشب. بعض المواد البلاستيكية الجديدة مصنوعة من بوليمرات مركبة وبوليمرات طبيعية ذات مصدر نباتي. يكون عمرها الافتراضي مبرمجاً لمدة معينة. وهي تستعمل حالياً لإنتاج أكياس وأوراق تغليف للأسواق المركزية.

▲ **إعادة تدوير الورق**

في الوقت الحاضر، تخضع الأوراق القديمة لعملية تدوير. يتم إدخالها في تركيب العجينة اللازمة لإنتاج أوراق جديدة. هناك مواد أخرى مثل الزجاج أو بعض الأدوات البلاستيكية يمكن تدويرها.

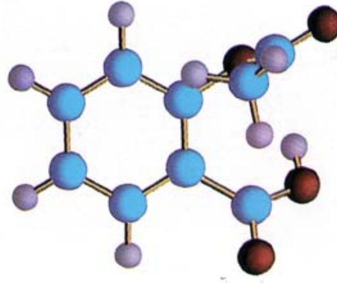
معالجة الغازات

إن الغازات السامّة غير القابلة للتدوير مباشرة يتم تخزينها ثم حرقها في مراجل ضخمة. تستعمل للتدفئة في المدن، وهذا يعني تحويل المادة إلى طاقة. ▼











هــل تعلـم؟

القرن الخامس قبل المسيح: أكد ديمقريطس أن المادة تتكون من ذرَات.

1654: أوضح ڤون جيريكي فكرة الضغط الجوي.

1687: عرض نيوتن نظرية الجاذبية الكونية.

1789: نشر لافوازيه «البحث الأولي في الكيمياء»، الذي أسس الكيمياء كعلم.

1800: اخترع ڤولتا البطارية الكهربائية.

1850: أوضح جول تحول العمل الميكانيكي إلى حرارة.

1869: اقترح مندلييف جدول التصنيف الدوري للعناصر.

1895: اكتشف رونتجن أشعة إكس.

1898: اكتشف بيار وماري كوري البولونيوم والراديوم وهما عنصران مشعَان.

1911: اقترح رازرفورد النموذج الكوكبي للذرَة.

1921: حصل أينشتاين على جائزة نوبل للفيزياء.

1963: اكتشف جل مان الكوارك وهي الجسيمات الأخيرة في المادة.

هل توجد علاقة بين الأورانيوم وأورانوس؟

عام 1781، ترك اكتشاف كوكب أورانوس من قبل عالم الفلك البريطاني وليام هرشل أثراً عميقاً في دنيا العلم. وبعد ذلك بثماني سنوات، أي عام 1789، اكتشف عالم الكيمياء الألماني مارتن هينريش كلابروت عنصراً مجهولاً: وأعطاه اسم الأورانيوم كتذكار للحدث. إلا أن هنري بيكريل لم يكتشف الإشعاع الغريب المنبعث من هذا العنصر نفسه إلا عام 1896. وخلال بحثهم عن عناصر مشعّة أخرى ،استطاع الفيزيائيون التعرّف على النبتونيوم والبلوتونيوم اللذين تليا الأورانيوم في جدول مندلييف، على غرار كوكبي نبتون وبلوتون اللذين يليان أورانوس في النظام الشمسي.

كيف تثبت الطائرة في الهواء؟

إذا كانت الطائرات الثقيلة جداً تثبت في الهواء، فذلك يعود إلى قوة تعرف بقوة الرفع تركز على الأجنحة قوة دفع متجهة من أسفل إلى أعلى. إن شكل جناح الطائرة وسرعة الطيران الكبيرة يجعلان حجم الهواء المُزَاح فوق الجناح أكبر من حجمه تحت الجناح. يكون ضغط الهواء إذن أكبر تحت الجناح، مما يسمح للطائرة بالبقاء في الهواء. كلما زادت سرعة الطيران كلما كبرت قوة الرفع. لهذا السبب لا يكون الإقلاع ممكناً إلا على سرعة معينة.

لماذا نرى البرق قبل سماع صوت الرعد؟

إن الضوء والصوت هما موجات تنتقل في الهواء بسرعات مختلفة. تصل إلينا الإشارة الضوئية بسرعة تقارب 300 مليون متر في الثانية، أي فوراً في حين أن الصوت لا يقطع إلا 330 متراً في الثانية. في الواقع، يحدث البرق والرعد في نفس الوقت، لكننا نشعر بهما بفارق زمني ضيق. وهكذا فإذا ضربت الصاعقة مكاناً يبعد عنا مسافة 1 كلم، فإننا نرى البرق في نفس الوقت لكن الصوت (الرعد) لا يصل إلى آذاننا إلا بعد 3 ثوان.

لماذا يوضع الملح على الطرق عندما يتساقط الثلج؟

يتجمد الماء على درجة حرارة مئوية صفر. عندما تمطر، تتكون على الأرض طبقة من الجليد تعرف برقاق الجليد. أما الماء المالح فهو لا يتجمد على درجة الصفر المئوي ولكن على درجة حرارة أقل. يمنع وضع الملح على الطريق إذن من تكون طبقة رقاق الجليد. ولكن لأسباب بيئية، منعت بعض البلدان هذا السلوك.

لماذا تترك الطائرات آثاراً في الجو؟

إن محركات الطائرات الضخمة

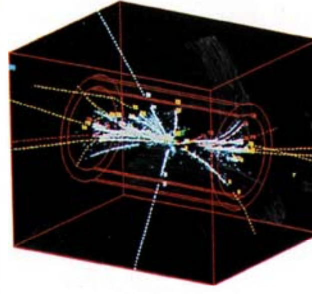
تحرق الكيروسين وتنفث بخار الماء في مؤخرة الطائرة لتتخلص منه. على الارتفاعات العالية، تكون درجة الحرارة منخفضة جداً فيتحول قسم من بخار الماء إلى جليد فوراً. إنها بلورات الجليد التي تشكل السحابة البيضاء التي نراها في الجو. وهي تختفي عندما تذوب البلورات تحت تأثير أشعة الشمس.

من اخترع المختبر؟

إن المشتغلين بالكيمياء القديمة هم الذين أورثوا المختبر إلى علماء الكيمياء. في القرون الوسطى، كان المشتغلون بالكيمياء القديمة هم العلماء الذين يبحثون عن أدوية عامة ويحاولون تحويل المعادن إلى ذهب. إنهم يعتبرون إلى حد ما «أجداداً» للكيميائيين. على غرار علماء الكيمياء الحاليين، كان المشتغلون بالكيمياء القديمة يعملون في مختبرات وكانوا يستعملون أدوات عديدة. لقد اخترعوا بعض تقنيات التنقية التي ما زالت مستعملة حتى اليوم مثل التقطير، وتكثيف البخار بالتبريد والتبلر.

من تكافئ جائزة نوبل للفيزياء وجائزة نوبل للكيمياء؟

إن جائزة نوبل للفيزياء وجائزة نوبل للكيمياء تكافئان كل عام



الذين يقدمون الإسهامات الأهم في هذين المجالين. إن جوائز نوبل (التي يبلغ عددها خمسة) منحت أول مرة عام 1901. وقد أنشأها المخترع والصناعي السويدي ألفريد نوبل (1833 – 1896) الذي قرَّر في وصيته أن يخصص كل ثروته تقريباً لهذه المؤسسة.

في مجال الفيزياء، كوفئ بيار وماري كوري وهنري بيكريل عام 1903 لقاء أعمالهم حول النشاط الإشعاعي أو الإشعاعية. وكوفئ ألبير أينشتاين عام 1921 لدراسته المتعلقة بالأثر الضوئي الكهربائي. وكوفئ نيلر بور عام 1922 لاكتشافاته المتعلقة بالذرة. أما في الكيمياء، فقد حصل فريدريك وايرين جوليو - كوري على جائزة نوبل عام 1935 لأجل أبحاثهما حول الإشعاعية الاصطناعية.

لماذا تسخّن أفران الميكرويف الأطعمة؟

لأن كل الأطعمة تحتوي على الماء. ومن المعلوم أن الموجة الكهرومغنطيسية تؤثّر على جزيئات الماء فتجعلها تهتز باعثة كمية كبيرة من الحرارة. تنضج الأطعمة من الداخل والخارج في نفس الوقت خلافاً لطهيها في الفرن العادي، حيث تدخل الحرارة إلى الأطعمة ببطء من



الخارج إلى الداخل. لا تؤثّر الموجات الدقيقة على الورق الغذائي الذي يبقى بارداً لأنه لا يحتوي على جزيئات ماء.

لماذا يحتوي الخبز والجبن على ثقوب؟

إن صناعة الخبز، كصناعة الجبن تمر عبر التخمّر، وهو تفاعل كيماوي تطلقه الخميرة.
خلال هذا التفاعل يتحول السكر الموجود في العجينة إلى كحول وإلى ثاني أوكسيد الكربون. خلال عملية طهو الخبز والجبن ذي العجينة المطبوخة، تتبخر الكحول لكن فقاعات ثاني أوكسيد الكربون تظل محصورة فتشكل الثقوب.

ما هي القهوة المجففة في حالة التجمد على ضغط منخفض؟

إن المنتجات البيولوجية لا تُحفَظ: فهي تتحلّل أو تكون عرضة لهجوم الميكروبات. للحفاظ على طعام لمدة طويلة، من الضروري حذف كل كمية الماء الموجودة في خلاياه.
هناك طريقة تقضي بتجميد الطعام ثم بتحويل الماء المتجمد إلى حالة البخار. فإذا جرت هذه العملية بشكل سليم، يمكن الحفاظ على طعم الأطعمة. بالإمكان استرجاع هذا الطعم



عند إضافة الماء إلى المادة المحفوظة. تستخدم هذه الطريقة خاصة لحفظ القهوة والخضار والحساء المركّز والفاكهة.

لماذا يتخذ الحديد المحمى اللون الأبيض؟

لأنه يتلقى طاقة حرارية ويبعث إشعاعات لها طاقة متزايدة.
عندما تزيد طاقة الضوء فإن لونه يتغيّر: يمر من الأحمر إلى الأصفر ويصبح أبيض عندما يبث القضيب المحمى إلى أقصى درجة كل الألوان في نفس الوقت.

ما هو الفرق بين الزجاج والبيركس؟

يصنع الزجاج العادي عندما يسخن في فرن مزيج من السيليس (رمل الصوان، موجود في الرمل) والصودا، والكلس. إن السيليس هو المكون الرئيسي للزجاج لكن المكونات الأخرى تعطيه خصائصه الفيزيائية مثل قابليته للكسر.

عندما يمزج السيليس مع البورون، فإنه يعطي زجاجاً لا يتصدع عندما يسخن، إنه البيركس. يستعمل لصناعة آنية المائدة وأجهزة تستعمل في الكيمياء.


أرخميدس


إسحق نيوتن


انطوان لوران دولافوازيه


جستس ڤون ليبيغ

علمــاء فيــزياء وكيميــاء

العصور القديمة

أرخميدس
(287 - 212 ق. م.)

عالم فيزياء ورياضيات يوناني. كان خبيراً في العتلات والآليات، وقد صنع بشكل خاص آلات حرب للدفاع عن مدينته سيراكوس (صقلية). وبفضل تجاربه، تمكن من تحديد المبدأ الذي يحمل اسمه حتى اليوم وهو مبدأ أرخميدس. يفسر هذا المبدأ بشكل خاص سبب طفو الأشياء.

أرسطو
(نحو 384 ـ 322 ق. م.)

فيلسوف يوناني، ألّف عدة أبحاث في الفيزياء وعلم الأحياء والسياسة. ظل يعتبر حجة إلى أن اعترض غاليله وعلماء آخرون على تأكيداته.

القرنان السادس عشر والسابع عشر

غاليله
(1564 - 1642)

عالم رياضيات وعالم فلك (انظر كتاب الكون/موسوعة شبابنا) وعالم فيزياء إيطالي. ارتكز غاليليو غاليله المعروف بغاليله على التجارب واستعمل الرياضيات لتفسير بعض القوانين الفيزيائية. درس الميكانيكا وخاصة سقوط الأشياء.

روبرت بويل
(1627 - 1691)

عالم فيزياء وكيمياء إيرلندي، أجرى تجارب على ضغط الغازات. أثبت وجوب التأكد من كل فكرة بواسطة التجارب وقدّم الفكرة الحديثة المتعلقة بالعنصر.

اسحق نيوتن
(1642 - 1727)

عالم فيزياء ورياضيات وعالم فلك بريطاني (انظر كتاب الكون). سيطر على العلم في زمنه وفي القرون اللاحقة. حسب رأيه، يكمن دور العلم في مراقبة الظواهر لاكتشاف قوانين الطبيعة وليس في البحث عن أسبابها. اكتشف قوانين الجاذبية الكونية وأعطى عام 1669 نظرية تركيب الضوء التي كان لها فيما بعد أكبر الأثر.

القرنان الثامن عشر والتاسع عشر

هنري كافنديش
(1731 - 1810)

عالم فيزياء وكيمياء بريطاني، ابتكر تجارب لتحديد تركيب الهواء بشكل خاص. عزل الهيدروجين الذي أسماه «الهواء السريع الالتهاب» وأعطى التركيب الكيماوي للماء.

أنطوان لوران دولافوازيه
(1743 - 1794)

عالم كيمياء فرنسي وضع أسس علم الكيمياء الحديث. إنه صاحب الصيغة القائلة «لا شيء يضمحل من تلقاء نفسه»، ولا شيء ينشأ من تلقاء نفسه. بقيت تجاربه حول تركيب الهواء وتحليل الماء وإعادة تركيبه ذائعة الصيت.

ألسندرو ڤولتا
(1745 - 1827)

عالم فيزياء إيطالي، اخترع أول بطارية كهربائية (1800). أصبح القرن التاسع عشر، بفضله إلى حد ما، عصر الكهرباء.

أميديو اڤوجادرو
(1776 - 1856)

أڤوجادرو هو عالم كيمياء إيطالي، استطاع التمييز بين الجزيئات والذرّات. عمل كذلك على دراسة أحجام الغازات. عام 1811، أطلق فرضية تحمل اسمه حتى اليوم وهي «قانون أڤوجادرو»، تقول إن أحجاماً متساوية من الغازات تحتوي على نفس العدد من الجزيئات.

جونز جاكوب برزلوس
(1779 - 1848)

عالم كيمياء سويدي، أدخل الكهرباء إلى الكيمياء وأثبت أن الشحنة الكهربائية التي تحملها الأجسام البسيطة هي المسؤولة عن كل النشاط الكيماوي. إن هذه النظرية الأولى حول الرابطة الكيماوية أرشدت الباحثين في القرن التاسع عشر. عام 1807، اقترح إطلاق اسم الكيمياء العضوية على هذا النوع الجديد في علم الكيمياء.

أوغستان فرينيل
(1788 - 1827)

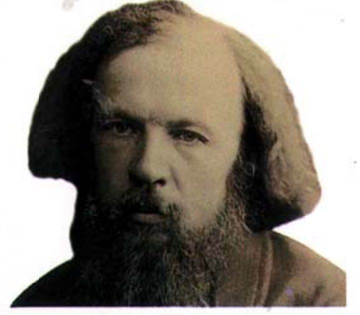
عالم فيزياء فرنسي. اخترع العدسات والمرايا البصرية. أثبتت التجارب التي أجراها أن الضوء هو موجة. تنطبق نظريته حول الحركات التموجية على الإشعاع الكهرومغنطيسي الذي اكتشف بعد وفاته.

ميكاييل فاراداي
(1791 - 1867)

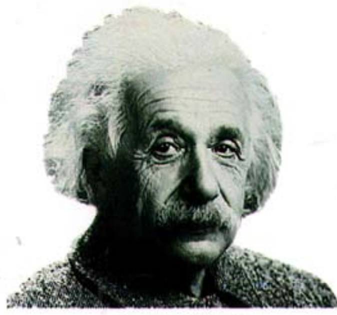
عالم فيزياء وكيمياء إيطالي، وهو مختبِر ذو مهارة كبيرة. استكشف كل إمكانيات الكهرباء واكتشف الكهرومغنطيسية. يعتبر المولد الكهربائي والمحرِّك الكهربائي من بين اختراعاته العديدة.

سادي كارنو
(1796 - 1832)

مهندس فرنسي درس الآلات


ديمتري ايفانوف مندلييف


ماري كوري


ألبرت اينتشتاين


موراي جل ـ مان

البخارية. وخلال أعماله، تمكن من معرفة كيفية «إنتاج حركة انطلاقاً من النار». وقد ألّف كتابه «أفكار حول قدرة النار الفاعلة» الذي نشر عام 1824. وضع هذا الكتاب أُسس علم الترموديناميكا أو الديناميكا الحرارية، وهو فرع جديد من علم الفيزياء وعلم الطاقة.

جستس ڤون ليبيغ
(1803 - 1873)

عالم كيمياء ألماني، أنشأ مختبر - مدرسة في جيسن حيث يعمل علماء كيمياء وصناعيون هم أساس تطور الكيمياء في ألمانيا. بدراسته الكيمياء الزراعية، أثبت أهمية الأزوت لنمو المزروعات وأنتج أول الأسمدة الاصطناعية.

جيمس برسكوت جول
(1818 - 1889)

عالم فيزياء بريطاني، أثبت أن الجسم الموصل يبعث حرارة إذا مر فيه تيار كهربائي، ثم أجرى تجربة شهيرة أثبت من خلالها تحويل الشغل إلى حرارة.

هرمن ڤون هلمولتز
(1821 - 1894)

عالم فيزياء ألماني، أكّد أن فكرة الطاقة موحدة بين مختلف فروع الفيزياء مثل البصريات أو الكهرباء. برع في كل فروع الفيزياء وأضاف إليها فروعاً جديدة مثل السمعيات وميكانيك السوائل المتحركة.

لويس باستور
(1822 - 1895)

عالم كيمياء وعالم أحياء فرنسي، إنه أول عالم كيمياء حياتية كبير. درس تبلر الجزيئات ثم العفونة وآلية تحول السكر إلى كحول. قلب اكتشافه للميكروبات علم الطب.

ديمتري إيفانوفيتش مندلييف
(1834 - 1907)

عالم كيمياء روسي، أوضح تصنيف العناصر الكيماوية وقد جمعها في جدول يشكل اليوم أساس الكيمياء.

◑ القرن العشرون

ماري كوري
(1867 - 1934)

عالمة فيزياء وكيمياء فرنسية من أصل بولوني. عملت مع زوجها عالم الفيزياء بيار كوري. وقد عزلا معاً عنصرين مشعين هما البولونيوم والراديوم (1898). درست العناصر المشعة وتطبيقاتها الطبية. إنها أول امرأة في العالم سميت محاضرة في الجامعة. وهي أول باحث يحصل على جائزة نوبل للفيزياء (1903) ثم جائزة نوبل للكيمياء (1911).

أرنست رانرفورد
(1871 - 1937)

عالم فيزياء بريطاني، درس إشعاع الأجسام المشعة وبرهن اختبارياً وجود النواة الذرية. طبعت أفكاره وتجاربه بدايات الفيزياء الذرية.

ألبرت أينشتاين
(1879 - 1955)

عالم فيزياء ألماني، أصبح مواطناً سويسرياً ثم أميركيا. تناولت أعماله الضوء والطاقة. هيأته أعماله حول الآثار الكهربائية الضوئية لنيل جائزة نوبل للفيزياء عام 1921. لكن شهرة أينشتاين تعود خاصة لكونه صاحب نظرية النسبية. تركت مجموعة أعماله أثراً كبيراً في العلم الحديث.

نيلز بور
(1885 - 1962)

عالم فيزياء دانمركي. اقترح عام 1913 النموذج الأول للذرة، حيث تدور الإلكترونات فيه على عدة مدارات حول النواة. وانطلاقاً من هذا النموذج تطور علما الفيزياء والكيمياء في القرن العشرين. عمل كذلك على ظواهر تحطيم الذرة وشارك في صنع أوائل القنابل الذرية.

موراي جل ـ مان
(ولد عام 1929)

عالم فيزياء أميركي، أطلق عام 1963 فرضية وجود الكوارك لتفسير الظواهر الغريبة التي تحدث خلال تجارب الفيزياء ذي الطاقة المرتفعة. إن اقتراحه الذي حاز على قبول المجموعة العلمية بالإجماع، أصبح أحد أسس البحث الحالي. حصل على جائزة نوبل للفيزياء عام 1969.

بيار جيل دو جين
(ولد عام 1932)

عالم فيزياء فرنسي، درس الحالات المتوسطة للمادة (بلورات سائلة، أجسام نصف موصلة)، وحركات الجزيئات العملاقة التي تعرف بالبوليمر. اهتم بالتطبيقات الصناعية لأبحاثه. حصل على جائزة نوبل للفيزياء عام 1991.

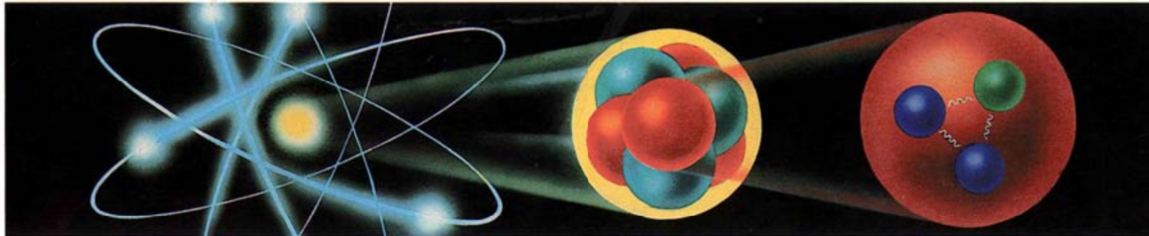
جان ماري لين
(ولد عام 1939)

عالم كيمياء فرنسي، اخترع عائلة جديدة من الجزيئات تكون فيها جزيئات كبيرة مجوفة قادرة على ابتلاع جزيئة صغيرة. في مجال الصيدلة، بإمكان هذه الجزيئات نقل جزيئات أخرى إلى أعضاء محددة. في مجال الصناعة، تفيد هذه الجزيئات بفصل المُزُج. حصل على جائزة نوبل للكيمياء عام 1987.

الفهـــرس الأبـــجـــدي

encyclopédie des jeunes

LAROUSSE



l'Énergie et la Matière

Traduction arabe
Dr. Georges Cadi



EDITIONS OUEIDAT
BEYROUTH - LIBAN